LA

TEORIA DARWINIANA

E LA

CREAZIONE

DETTA INDIPENDENTE

PER

G. GIUSEPPE BIANCONI

GIÀ PROFESSORE NELLA UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

LETTERA

AL SIGNOR

CARLO DARWIN

TRADOTTA DAL FRANCESE

DAL

DOTT. G. ANTONIO BIANCONI

DELLA ACCADEMIA DELLE SCIENZE

RIVEDUTA ED AUMENTATA

BOLOGNA
PRESSO NICOLA ZANICHELLI
SUCCESSORE MARSIGLI E ROCCHI

MDCCCLXXV.

LA TEORIA DARWINIANA E LA CREAZIONE DETTA INDIPENDENTE

PER

G. GIUSEPPE BIANCONI
GIÀ PROFESSORE NELLA UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

LETTERA

AL SIGNOR

CARLO DARWIN

TRADOTTA DAL FRANCESE

DAL

DOTT. G. ANTONIO BIANCONI
DELLA ACCADEMIA DELLE SCIENZE

RIVEDUTA ED ACCRESCIUTA

BOLOGNA
PRESSO NICOLA ZANICHELLI
SUCCESSORE MARSIGLI E ROCCHI

MDCCCLXXV.

L' EDITORE A CHI LEGGE

Poichè la prima edizione francese di questo importantissimo lavoro si è in breve tempo esaurita, io ne presento al pubblico la traduzione italiana condotta fedelmente dal Figlio stesso del chiarissimo Autore, e da questo arricchita di notevoli aggiunte, massime sul Tipo degli Articolati.

Dal canto mio non ho mancato di spenderci attorno le più diligenti sollecitudini perchè l' edizione riescisse al possibile nitida e corretta.

Bologna, Novembre 1874.

LETTERA

AL SIGNOR

CARLO DARWIN

Signore,

Indirizzandomi a voi con un pubblico scritto, questo certamente non può riguardare che l' argomento del giorno. La celebrità che fregia il vostro nome, chiama tosto alla mente la *Teoria Darwiniana.* E appunto sopra questa teoria vi scrivo; ma più precisamente intorno ad alcune osservazioni suggeritemi dal vostro libro — *De la Variation des Animaux et des Plantes.* — Io ben mi conosco sfornito di non pochi titoli, da prendermi licenza di volgermi a voi; perchè il mio nome vi è del tutto ignoto, e le convinzioni da voi seguite nel vostro pregevole lavoro non sono certamente quelle che io professo. Tuttavolta avvi un terreno neutro fra noi due; voi cercate la verità in buona fede; e anch' io la cerco sinceramente. Sopra questo terreno dunque potremo intenderci; e perciò ardisco sperare che voi non isdegnerete ch' io vi diriga questa mia Lettera.

Non già la selezione naturale, nè l' origine delle specie fermano al presente la mia attenzione. No; ma

è un'altra questione, che voi avete posta innanzi assai nettamente e con tutta chiarezza nel vostro libro, cioè: « Nella dottrina degli atti di creazione indipendenti, » come si fa a spiegare la conformazione sovra un piano » comune della mano dell'uomo, del piede del cane, » dell'ala del pipistrello, e della paletta della foca?.... » mentre la si spiega molto naturalmente mediante il » principio della discendenza, congiunta colle modifica- » zioni recate dalla selezione naturale » (1). Leggendo queste parole ho lungamente riflettuto: è poi veramente cosa impossibile, darsi ragione, mediante la dottrina di atti di creazione indipendenti, della *unità di piano* che si vede nella mano, nella zampa, nell'ala, nella paletta; o, più esattamente, spiegare ciò che si chiama *unità di piano* nell'organismo degli animali?

Riflettendo accuratamente su questo problema mi è sembrato, o Signore, che codesta impossibilità non esista affatto.

Certamente, se si ammette sulle vostre orme la filiazione delle specie per selezione naturale, o per l'insieme delle cause modificanti, è cosa naturalissima, e dirò anzi facilissima concepire che un medesimo disegno, un medesimo piano trapassi dall'una specie all'altra, dall'una all'altra famiglia. Voi stesso l'avete rile-

(1) Darwin. *De la Variation des Animaux et des Plantes, Traduit per Moulinié.* 1868 8.°, T. I. pag. 13.

vato dicendo (1): « Secondo la mia teoria, l'unità di tipo si spiega per l'unità di origine ». Se dunque si suppone che si passi per gradazioni genetiche numerosissime dalla foca al cane, al pipistrello, all'uomo, si intende a prima giunta che il complesso degli elementi costitutivi della mano (le ossa ed i muscoli) di una di queste specie, sarà il complesso che si deve riscontrare nelle altre più o meno modificato; poichè in ultima analisi, *è la medesima organizzazione* che si ripete, ma modificata; è l'impronta di una eredità più o meno indelebile. Sia che noi seguiamo una serie discendente, o ascendente, troviamo in fine che la paletta della foca, nel suo fondo osteologico, miologico ecc. altro non è che la mano dell' uomo degradata, o per converso è la paletta innalzata al grado della mano dell'uomo. Imperocchè, seguendo questa teoria, i due esseri non sono che i due estremi anelli della serie, i derivati l'uno dall'altro, cioè la foca è l'uomo deteriorato, o *viceversa*. E dopo ciò il numero, la disposizione delle parti che costituiscono la mano di una di queste specie, debbono conservarsi in tutti gli esseri compresi nella serie, per quanto lo permettono i diversi *adattamenti* per nuovi usi. Così il levriero, ed il bull-dog sono il medesimo cane con piccole modificazioni e nuovi adattamenti. Così ancora se la zampa del cane passando per mille e mille forme intermedie diventa alla perfine

(1) Darwin. *Origine des Espèces*, pag. 296.

l'ala del pipistrello, egli è ben necessario che le falangi si allunghino nel tempo stesso che si assottigliano; ma saranno sempre le medesime ossa, le medesime falangi, insomma i medesimi elementi che si modificano. Ecco dunque il *medesimo piano* che si manifesta sempre, che sempre si sostiene in forza della *discendenza* mutua, o, come dicesi, della filiazione degli esseri organizzati. Tutto questo è spiegabile molto bene nella vostra teoria.

Diciamo di più: anzichè l'*unità di piano*, si ha veramente la medesima cosa variata. E quando si scorgono tanti punti di rassomiglianza nello scheletro dei vertebrati superiori, da potersi affermare con ragione che avvi in ciò *unità di piano*, od un *solo concetto;* si è condotti a trovare una spiegazione pronta e facile, col supporre che gli esseri discendono tutti da un solo e medesimo stipite.

Ammetto io pure che tutto questo è naturalissimo, ed anche logico, qualora si sia accettata la teoria della mutua discendenza delle specie.

Si oppone invece che non è così quando si considerano le specie come tanti atti di creazione indipendenti. Allora diffatti tutti gli esseri sono i prodotti di una causa libera, staccati gli uni dagli altri. Non vi è fra loro alcuna relazione genetica, eccetto che quella della dipendenza d'origine da una sola causa comune. Sotto questo riguardo si potrebbe dire che gli animali i più lontani fra loro sono tanto vicini, quanto i più congeneri; e che le farfalle ed il gatto sono tanto pros-

simi, quanto il gatto ed il leone. Considerato secondo la propria natura, ciascun essere potrebbe esistere senza gli altri. Quella causa, quale si suppone, poteva dimenticare a suo piacimento alcune specie, o crearne ancora di più, senza che la serie o catena degli esseri ne fosse perciò interrotta, o sconcertata; giacchè non avvi un solo anello che sia geneticamente collegato con un altro. Le specie sono tanti concetti liberamente scelti; insomma *sono atti di creazione indipendenti.*

Che ciascun essere abbia in sè, secondo la frase di Cuvier, tutto ciò che lo completa, tutto ciò che gli abbisogna per conservarsi; questo è dimostrato dall' esame più superficiale. Ma se tutto questo è concepibile, naturalissimo, ed anche strettamente logico nelle opere di una potenza creatrice perfettamente saggia; non si comprende certo, a primo tratto, come due esseri lontanissimi l' uno dall' altro quali, per esempio, il pipistrello e la foca, siano in ultima analisi foggiati a un medesimo disegno, sopra una medesima struttura. Ciò ch' io dico di due animali, dovrei dirlo di molti; di tutti quelli di un medesimo gruppo, per esempio i vertebrati. Alla vista di questo gran fatto, di un disegno cioè, di un piano comune che domina sopra un numero immenso di animali, come si fa a trovare un accordo fra questo fatto e l' idea di una potenza creatrice, onde quegli animali sono tanti liberi prodotti?

Per quale ragione vi deve essere la medesima composizione osteologica, miologica ecc. nella mano dell' uomo, del cane, del pipistrello, della foca? Come si

spiega questa tipica rassomiglianza? Chi poteva costringere quella potenza a regole cotanto ristrette? Come mai immaginare che la potenza creatrice si sia imposta una costruzione tanto uniforme, una *unità di piano* così accuratamente osservata in ognuno de' suoi prodotti? Sarebbe mai una fatale necessità? un capriccio? sarebbe egli un tirocinio, o sono tentativi? Ma che è essa mai questa potenza? Quale idea possiamo noi farcene?..... Certamente o non si ammette per nulla affatto, ovvero si deve ammetterla come potentissima e perfettamente saggia (1). Queste due qualità sono due premesse,

(1) O non si ammette per nulla affatto una causa creatrice, o conviene ammetterla in modo che dà luogo a considerazioni di un ordine molto elevato. — Che la piccola zanzara, che il moscherino, cui si stenta a vedere, sia fornito dell' organo della vista, dell' olfatto, dei mezzi per procacciarsi il cibo, per dare alla luce i suoi piccoli completamente, e così perfettamente come entro la loro sfera fanno l' aquila ed il cavallo, è indubitato che vi è molta *potenza*. — Che l' occhio considerato sotto l' aspetto dell' ottica, o la costruzione dell' uovo considerato secondo le leggi della fisica o della meccanica, godano di una sì alta perfezione come l' hanno fatta manifesta Newton, lord Brougham, Thomson, e molti altri; certamente vi è in ciò molta *scienza*. — Se si vogliano attribuire ad un concetto di codesta causa gli adattamenti, le armonie di mezzo e fine, che il sig. Darwin ha indicato in parecchie delle sue belle pagine, (*Origine ecc.*, pag. XVII, e pag. 6 e 91) allora bisogna ritornare alle idee di Voltaire, quando parla della *grand' arte*. Considerate in questo modo le opere della natura o della *gran l' arte*, si potrà bensì, se si voglia, non ammettere per nulla una causa creatrice; ma se si ammette, si vede che essa è *potentis-*

la cui inevitabile conseguenza è *una completa libertà d'azione.* — Ora una sì fatta libertà esclude ogni idea di vincolo, di regola da seguire. Pur tuttavia una regola seguìta, un disegno comune preconcetto, un piano mantenuto fino alle più minute particolarità, si fa palese ad ogni tratto, sia nei mammiferi, sia negli uccelli, nei rettili, ecc. ecc.

Libertà di azione e servile osservanza *d'unità di piano,* sono, come dicesi, una flagrante contradizione (1). Allora che fare? Se la idea della unità di piano è inconciliabile colla idea di una creazione per atti indipendenti, siamo naturalmente tratti alla primitiva ipotesi, a quella cioè di un primo stipite, che sviluppandosi si modifica dall'una specie all'altra. Si ha allora la *discendenza con variazione,* che sola porge la spiegazione della *unità di piano.* Abbandonando la dottrina di una potenza creatrice, e attenendosi a quella di una discendenza con variazione, si mette in accordo la *natura* colla *osservazione.*

Queste due dottrine dividono dunque, o se vuolsi, hanno già divisi gli Scienziati sul punto della origine

sima, e perfettamente *sapiente* — Queste poi sono le parole stesse usate da Voltaire: « La macchina del mondo, è l'opera di un essere sovranamente intelligente, e potente » (*Jenni,* 315) — Si può consultare ancora Newton. *Opticae*, III. *quaest.* 28 e 31.

(1) « .... Supporre una sì grande conformità, è in ultima analisi negare al Creatore nella espressione del suo pensiero una libertà di cui gode lo stesso uomo. » Agassiz. *De l'Espèce*, pag. 28.

delle specie. Ma i partiti si sono di già pronunziati, ormai non si guardano più l' un l' altro. La prima dottrina, cioè quella di una creazione indipendente, a quanto se ne dice, ha già finito il suo tempo; è passata al grado di *res judicata*, di una anticaglia incompatibile con qualsiasi progresso scientifico. L' altra, è quella che voi *in fin de' conti credete la vera* (1); il che è logico dietro le vostre premesse. Ma altri Scienziati hanno aggiunto che questa teoria è la sola che *abbia una esistenza scientifica* (2); lo che vale a dire in conclusione che la dottrina delle creazioni indipendenti è sprovvista di scientifico fondamento. Questo grandemente mi sorprende; parmi infatti che quello scrittore inglese che ha formulato in tal guisa il suo pensiero, non abbia bastevolmente ponderato la forza della sua asserzione, perchè, se egli giudica realmente di tal maniera, manifesta di non conoscere abbastanza bene nè la opinione che combatte, nè l' opinione propria.

Al giorno d' oggi i partigiani della teoria della discendenza organica, le attribuiscono tutta la importanza di cui è suscettibile. Lo che è giusto, per quanto hanno di solidità i loro concetti scientifici. Ma con molta facilità si disprezza la dottrina delle creazioni indipen-

(1) Darwin. *Variation* ecc., pag. 13.

(2) Huxley. *De la Plance de l' Homme dans la Nature*, pag. 242.

denti (1). Noi siamo certamente disposti a rispettare il valore dei fatti presentati in favore della prima teoria. Ma richiediamo altresì che non si pregiudichino in precedenza le questioni senza averne prima fatto un esame scientifico. Non si pretende già che si rispetti la dottrina delle creazioni indipendenti per questo solo, che essa è stata rispettata per molti secoli. Nulla di ciò. Noi ci collocheremo sopra un nuovo terreno, e in piena luce. Dichiariamo che avremo riguardi solo a ciò che in questa dottrina riesce dimostrato, supponendo che v' abbia pure qualche cosa di dimostrato. Gli avversari non dovranno per nulla adombrarsi di questa dottrina, se è respinta dalla scienza; ma quando la scienza venisse ad appoggiarla, io credo bene non rigetteranno il verdetto della scienza.

Di mezzo a queste controversie, e diciamolo pure, fra queste aspre collisioni, il problema che voi avete, o Signore, posto innanzi stabilisce una posizione netta sulla quale vanno a discutersi le ultime questioni. Noi abbiamo già più sopra riportato questo problema; nullameno è opportuno richiamarlo qui novellamente: —

(1) È notevole a questo proposito una facezia tratta dal Wagner, che cioè alcune opinioni, che si riferiscono alla creazione indipendente, « erano assai generalmente considerate come parrucche antiche, e fuori di ogni progresso scientifico ». Vogt. *Leçons sur l' Homme*, pag. 620. — Certamente qui avvi una distrazione mentale.

Nella dottrina degli atti indipendenti di creazione, come spiegare la conformazione sovra un piano comune della mano dell' uomo, del piede del cane, dell' ala del pipistrello, e della paletta della foca?

Ora il problema così formulato addiviene una obbiezione fondamentale contro la dottrina della creazione indipendente. È in certo modo una sfida, un guanto gittato alla opinione antica. Mi farò io a raccoglierlo? No. Ma credo pur tuttavia pienamente confutabile la obbiezione che voi, o Signore, avete presentata, e sono persuaso che la *unità di piano* non sia un marchio di inconciliabilità colla dottrina di una creazione per atti indipendenti.

Prima d' entrare direttamente nel nostro argomento, mi è necessario premettere qui alcune osservazioni generali.

Voi, o Signore, avete usato la parola *Natura*, ed anch' io ne debbo usare. Per noi questa parola è la *grande arte*, secondo la frase di Voltaire, dietro alla quale è l' artefice. Voi avete, alla origine delle cose, le forze e la materia; ma noi ci sospingiamo ancora un passo più addietro, cioè noi abbiamo una prima potenza. Ecco il fondo delle due teorie. Una volta che siano bene stabilite le loro differenze, e siasi chiarito il significato delle parole, gli equivoci e gli errori potranno eliminarsi dalla nostra discussione.

Premettiamo ancora qui una specie di postulato. — Le leggi di statica, di equilibrio, e più generalmente le leggi di meccanica e di fisica, stabilite dall' ordinatore universale, che regolano l' arte umana, reggono del pari l' arte della natura nelle sue costruzioni meccaniche e fisiche; e così pure queste leggi del mondo fisico, in quella guisa che imperiosamente si impongono alla *piccola arte* umana, s' impongono del pari alla *grande arte* della natura. Non si pretenderà senza dubbio che vi sieno due meccaniche, due fisiche ecc. Quello che è impossibile meccanicamente all' uomo nella sua piccola sfera, lo è similmente per la natura nella sua sfera immensa (1); e ciò che è una necessità meccanica

(1) È evidente che è del pari impossibile per la natura come per l' arte umana, il fare sì che un grave stia fermo senza una base di sostegno, che un mobile si sposti senza un impulso competente ecc. « Avvi..... (dice un grande fisico a riguardo di alcune questioni di meccanica animale) avvi.... in queste considerazioni di che calmare tutti gli scrupoli: niuno è tenuto all' impossibile, nemmeno la natura; e voler cercare nelle sue opere il movimento di rotazione continuo, ci sembra tanto irragionevole quanto domandarle di fare un animale incombustibile. » Foucault. *Journal des Savants*, 1871, *mars*. — Qualche scrittore si è opposto fortemente al metodo di osservazione che sottopone la struttura meccanica degli animali e delle piante a quegli stessi calcoli co' quali si analizzano le macchine dell' uomo. Non sono ancora state date le ragioni di questa opposizione: ma per contrario si vede che lo studio razionale degli esseri organici si fonda sempre nella subordinazione, e nei rapporti che questi esseri tengono colla meccanica, colla fisica, colla chimica, colla fisiologia ecc. Piene di scienza e di

per l' uomo, lo è altresi per la natura. Dal che risulta che i lavori meccanici naturali sono perfettamente calcolabili, secondo i principii generali di questa scienza; aggiungendo peraltro che vi hanno delle applicazioni d' ordine superiore di queste scienze, che non sono sempre accessibili alla scienza di cui l' uomo presentemente dispone. Così l' occhio aveva preceduto Newton e Dollond nell' ottica; le vie del fulmine erano rigorosamente determinate prima che si conoscesse la elettricità ecc. E la scienza è ben lungi ancora dall' aver pronunziato la sua ultima parola.

Sarà del resto assai difficile il restringersi all' esame delle parti che voi proponete, cioè alla mano dell' uomo, alla zampa del cane, all' ala del pipistrello, ed alla paletta della foca. Per quanto si voglia rimanere nei limiti del problema, sarà necessario in qualche caso uscirne per ricorrere ad altri esempi, e trarre da altre parti dell' organismo, oltre quelle superiormente accennate, al-

spirito sono le osservazioni di questo genere del Prof. Van Beneden (*Bullet. Acad. de Belgique*, T. V. pag. 578) del Foucault qui citato, e di molti altri, fra quali posso ora aggiugnere il Prof. Marey, la cui opera (*La Machine animale*, 1873) oggi soltanto è venuta a mia cognizione, e nella quale così si esprime. « Assai di sovente, ed in ogni tempo si sono paragonati gli esseri viventi alle macchine, ma è soltanto a' nostri giorni che si può comprendere la portata, e l' aggiustatezza di questa comparazione.... Questo confronto degli animali alle macchine non è soltanto legittimo, ma è pure di una utilità somma sotto diversi aspetti.... » pag. V.

cuni fatti che valgano a meglio chiarire la questione, od acconci a renderne agevole la intelligenza. Si conoscerà, io credo, che bisogna prendere qualche volta la ricerca nel suo complesso, e che è forza discendere a particolari e schiarimenti, che si potrebbero giudicare troppo minuti od inutili, se non fossero richiesti per qualcheduno a cui probabilmente questo libro verrà nelle mani.

Non tutti per esempio hanno le idee ben giuste, nè sempre chiare abbastanza sulla *unità di piano*. Sarebbe infatti cosa difficile porre in grado ciascun lettore di conoscere se avvi conciliazione possibile fra questo dettato della scienza e la dottrina delle creazioni indipendenti, qualora egli non abbia perfetta conoscenza dello stato della questione. Per risguardo di questa preliminare difficoltà, dirò sulle prime qualche parola intorno alla *unità di piano*.

I.

UNITÀ DI PIANO

La nozione della *unità di piano* si rende ognor più facile seguendo le orme da voi segnate (1). La mano dell' uomo è provvista di cinque dita, e di una regione carpiana, composte quelle e questa di un numero determinato di pezzi ossei. Cinque dita ed un carpo si trovano similmente nel cane, nel pipistrello, e nella foca; di più in tutti si trova presso a poco uno stesso numero di ossa, una medesima posizione relativa, e in molti casi una grande rassomiglianza di configurazione

(1) Si conoscerà da ciò che segue, come qui si prendono le parole *unità di piano, unità di composizione* ecc. nel senso più comune, vale a dire, di una rassomiglianza di parti, di una ricomparsa dei medesimi elementi, di una ripetizione delle stesse connessioni, e della persistenza di un disegno fondamentale. Se queste considerazioni non assorgono al grado delle idee di Geoffroy St. Hilaire, di Meckel ecc., servono tuttavolta alla teoria qualora si tenga in una regione meno elevata. D' altronde per *unità* non s' intende già *identità*, come del pari si intendono due cose ben differenti per *piano* e per *composizione* (disegno e materiali); la quale distinzione non è necessario rispettare nella discussione che siamo sul punto d'intraprendere dopo l' avviso datone qui. — Per maggiori schiarimenti può consultarsi Flourens. *De l'Unité de composition,* Paris, 1865.

2

delle ossa medesime, delle facce, delle connessioni ecc. E codesta sorprendente uniformità si riscontra in quattro costruzioni sì distanti fra loro, quali una *mano*, una *zampa*, un' *ala*, una *paletta*!

Di leggieri si comprende che qui vi deve essere qualche cosa di comune; che una idea primitiva, un prototipo, un disegno generale domina in mezzo alla più grande difformità di queste costruzioni. È un' *unità di piano* che è modificata nelle quattro forme sopra indicate, per l' addattamento di ciascuna ad usi disparatissimi. Herder ha formulato questo pensiero quando ha detto, che è un *tipo esemplare* il quale si modifica di mezzo alla più copiosa varietà (1).

Se una omologia delle parti si manifesta pel semplice esame delle quattro estremità che noi abbiamo considerate, che cosa si dirà poi quando si rivolga l' attenzione su tutti gli animali vertebrati? Quanto più chiaro ed attraente si porge al nostro pensiero il dato scientifico della unità fondamentale di organismo! Nella maggior parte de' vertebrati (mammiferi, uccelli, rettili, batraci) veggonsi quattro estremità, o servano alla corsa, o al salto, o al volo, o al nuoto. In tutte queste estremità, niuna eccettuata, trovansi tre parti principali, un braccio, un avambraccio, una mano; e nella mano un carpo, un metacarpo, e le dita; oppure

(1) Geoffroy St. Hilaire. *Zoologie générale*, pag. 79.

un femore, una gamba, un piede. Anche allorquando mancano le estremità non iscompare però il principio della unità; negli ofidiani la colonna vertebrale, e le costole ci rammentano ad evidenza l' asse fondamentale di ogni organismo vertebrato, egualmente collocato, similmente costituito, ed anche parimenti disposto; di guisa che può dirsi che dappertutto avvi una stessa costruzione ed un medesimo disegno generale.

Per conseguenza tutte le altre parti dell' organismo, ogni altro sistema, ciascun apparecchio dei visceri mantiene il disegno generale del grande insieme dei vertebrati.

Da ultimo, l' *unità di piano* esiste pienamente manifesta; e si arriva a comprenderla anche senza ricorrere a certe vedute eccessive proposte da qualche anatomico. Tutto ricorda un tipo; e, come voi stesso l' avete detto (1), « per unità di tipo, bisogna intendere quella rassomiglianza fondamentale che si riscontra nella struttura di tutti gli esseri organizzati della medesima classe. » E del pari, come ha detto assai bene il Flourens (2). « Quasichè la natura fosse sottoposta ad alcuni dati primitivi la si vede propendere sempre a fare ricomparire gli stessi elementi, nello stesso numero, nelle stesse circostanze, e colle stesse connessioni. »

(1) Darwin. *Origine* ecc., pag. 296.

(2) Flourens. *De l' Unité de composition*, pag. 7.

Certamente, a primo tratto, il più semplice ragionamento ci conduce a giudicare che tornava meglio foggiare organi *diversi* per usi *diversi*, e con elementi *diversi*. Diffatti qual ragione vi era di collocare sette pezzi nel carpo della foca, perchè nel carpo umano ve ne sono otto (1)? La paletta di questo nuotatore, ravvolta negli integumenti, rimane quasi immobile, e ciò nondimeno, provvista di un apparecchio complicato come quello della nostra mano, che è la più libera e la più mobile di tutte! Non è cosa evidente che è soltanto per causa della *unità di piano?* Ebbene qual causa può avere costretto la natura a seguire servilmente una sì fatta unità?.... Eccoci di bel nuovo caduti nella difficoltà dapprima indicata.

Bisogna convenirne; la dottrina delle creazioni indipendenti si divincola fra le morse di questa formidabile tanaglia della *unità di piano.*

Per converso, la teoria che voi, o Signore, propugnate, si porge per questo rispetto sotto una forma brillante, in accordo colle osservazioni sopra l'*unità di tipo,* e pienamente acconcia a spiegare questo dato della scienza per mezzo della *filiazione* o *variazione della specie.* Voi stesso ce lo avete fatto notare dicendo:

(1) « Per qual ragione sono state create delle ossa similari per far parte dell' ala e della gamba del pipistrello, poichè queste sono destinate ad usi totalmente diversi? » Darwin. *Origine* ecc., pag. 611.

« Non ci è possibile credere che innumerovoli esseri in ciascuna delle grandi classi, sieno stati creati coll' impronta apparente, ma ingannevole, della loro discendenza da un solo progenitore (1). »

Molte volte faremo ritorno sulla *unità di piano,* poichè essa è lo scoglio contro cui viene ad urtare ad ogni piè sospinto la opinione delle creazioni indipendenti, e perchè essa è il perno della presente discussione.

Intraprendiamo ora la nostra principale questione, vale a dire: — *È inconciliabile la unità di piano, colla creazione indipendente?*

(1) Darwin. *Origine* ecc., pag. 668.

II.

ESAME DELLE ESTREMITÀ

Bisogna che il nostro punto di partenza sia, per quanto è possibile, fuori di qualsiasi contestazione. Lo esporrò succintamente.

Gli animali vertebrati (dico i vertebrati per mettermi in un campo ben definito) si muovono, ed hanno la necessità di muoversi. La loro intera organizzazione e la loro individualità sarebbero un assurdo, ovvero sarebbe cosa impossibile la loro conservazione, senza la facoltà della locomozione. A qual pro distinguere il cibo, e desiderarlo? A qual pro una organizzazione buccale foggiata per nutrirsene, senza poi la possibilità di ricercarlo e di raggiungerlo? A che servirebbe la timidità tutelare della pecora o del lepre, se non potessero fuggire dal lupo o dal cane? Dunque ciascun vertebrato ha necessità di traslocarsi e di muoversi; e diffatti si trasloca e si muove (1).

(1) Si ponno consultare intorno a questo argomento le eccellenti osservazioni del Van Beneden. *Anatom. comparée*, pag. 25.

Il movimento degli animali è il mutare che essi fanno i rapporti di distanza fra loro stessi e rispetto ai corpi che li circondano, sia di tutto l' animale nella traslocazione, sia quando i corpi sono avvicinati o respinti da noi mediante la *preensione* e la *ripulsione*. Per far tutto questo bisogna avere delle estremità motrici. Lo strisciamento (*réptation*) non basterebbe. Qualunque sia il numero delle appendici che si voglia credere più appropriato, riesce evidente che se vi sono due o quattro estremità, bisogna che queste godano di date condizioni, senza delle quali non sarebbero certamente acconce alle funzioni cui debbono eseguire.

Prima di tutto esse debbono accorciarsi, ed allungarsi; senza di questo non si possono prendere gli oggetti e avvicinarli, nè allontanarli da sè; non si può respingere il suolo dietro a sè stesso nel mentre che si cammina. Supponete attaccate alla spalla ed al bacino del cavallo estremità di un pezzo solo, ossiano fusti rigidi; il cavallo in questa condizione sarà condannato quasi alla immobilità. Poichè quando esso eseguisce il suo passo ordinario, noi vediamo che ha la sua zampa posteriore distesa dietro di sè, quindi la inflette e l' accorcia, poscia gli è necessario protenderla avanti per posarla in terra col piede ad una distanza di circa un metro dalla prima impronta (1). Senza risalire a con-

(1) La zampa piegandosi resta alta da terra pel tempo che corre dalla impronta di dietro alla nuova davanti. Sopra questa ul-

siderazioni geometriche, che ora sarebbero fuor di luogo, è manifesto che la zampa del cavallo, o per meglio dire qualsiasi estremità, non può rimanere sempre distesa; ma bisogna che possa accorciarsi ed allungarsi alternativamente intantochè l'animale agisce nella *traslocazione*, nella *preensione* o nella *repulsione* (1).

In altri termini: bisogna che ciascuna estremità si possa piegare.

Chi è mai che possa immaginare, l'ala di un uccello doversi rimanere sempre distesa? Chi potrà dubitare se il braccio o la gamba preensile della scimmia o dell'unau debba piegarsi?.... In tutti questi casi dunque fa mestieri che la estremità sia un' *asta spezzata*.

Dunque io capisco perfettamente che ciascuna estremità degli animali vertebrati debba essere un' asta fratta, e non già intera e rigida, perchè questa è una *necessità meccanica*.

Mi astengo dallo sviluppare tutti i corollari che derivano da questa premessa. Dirò solo che il movi-

tima impronta, la zampa scende quasi a piombo sul suolo. Per cotal modo le ineguaglianze o le protuberanze del terreno non oppongono veruno ostacolo al progredire dell' animale.

(1) Sopratutto come è possibile immaginare la discesa su di un piano inclinato, senza che le estremità sieno flessibili? A tale proposito si può consultare l'eccellente opera dei Weber. *Traité de la mécanique des organes de la locomotion,* Paris, 1843. Ove si trovano svolte idee sul genere di quelle che qui si espongono; segnatamente poi alla pag. 301.

mento che riceve dalle sue zampe o un mammifero, o un uccello, od una lucertola, e diciamo ancora un insetto ecc. (1) proviene, come si vede, dall'alterno allungamento ed accorciamento delle zampe stesse; vale a dire, che il loro movimento dipende dall' apertura degli angoli preesistenti per l' inclinazione dei pezzi che le componevano; donde altresì consegue che la forza di azione di una estremità dipende intieramente dal passaggio, che essa può fare dallo stato di flessione a quello di estensione. Tutto il moto dei muscoli nell' agire delle estremità, è fondato sopra questo principio — *di cangiare i rapporti di un pezzo osseo con l' altro* — e per conseguenza distruggere gli angoli di flessione e distendere l' *arto*, ovvero creare angoli e piegare la estremità. La zampa è montata sol quando le diverse parti che la costituiscono siano piegate per angoli contrari. Tale è la zampa del cavallo, del gatto, dell' uccello in riposo, che è come una molla montata sul punto di scattare, per forma che ad ogni istante l' animale essendo sorpreso, possa, mercè la contrazione subitanea de' suoi muscoli, slanciarsi e fuggire. Siffatta costruzione ci addimostra ancora che due aste, o due pezzi ossei non sono all' uopo sufficienti; ne occorrono tre od

(1) Si potrebbe dire più generalmente — ogni animale nel quale sieno associate parti solide con parti molli — per la notissima ragione che le loro estremità debbono piegarsi ad angoli, e debbono muoversi fra loro come bracci di leva. Tali giuochi meccanici non possono avvenire senza due elementi, cioè senza aste e senza corde.

anche più. Un angolo solo non è bastevole, ne occorrono due, o un numero maggiore.

Allora, e soltanto allora vediamo risolto il problema di estremità suscettibili di una lunghezza variabile, e rese utili alla *locomozione* del pari che alla *preensione*.

Capisco dunque che pel moto degli animali sono necessarie estremità fratte o di più pezzi; e diffatti veggo che tutte le estremità dei vertebrati sono foggiate a questa maniera, cioè composte di parecchi pezzi che possono formare angoli fra loro (1). Io veggo dappertutto sopra questo punto, una uniformità imposta e determinata dalla *necessità meccanica*. Uniformità che si presenta sempre la stessa, allorchè percorro l'intera serie dal primo dei mammiferi sino all'ultimo dei batraci giunti allo stato perfetto; ed io non ne rimango sorpreso, perocchè siffatte estremità, sieno preensili o ambulatorie ecc., non riescono possibili che in quanto sono flessibili per angoli. Dapertutto io veggo certamente questa *uniformità*, questa *unità di disposizione*,

(1) Le leggi universali di dinamica o di movimento, volere o non volere, ricompariscono sempre; e in una guisa cotanto rigorosa, che un millesimo fuori da esse vi è l'impossibile. Una leva non innalzerà mai un grave senza una forza competente; un corpo non potrà mai sussistere fuori della sua base. Ora a queste leggi sì nette e precise è vincolata nelle sue opere la natura, come l'uomo in ogni sua azione.

questa *unità di piano;* è cosa incontestabile. Ma del pari è incontestabile che non posso disconoscere in tutte queste manifestazioni la *necessità meccanica,* che ha regolato e guidato la costruzione delle estremità.

Se chiamo *Femore* la parte superiore che compone l' arto, la seconda *Tibia,* e la terza *Tarso Metatarso* ecc., troverò di frequente una tale eguaglianza di ossa, e dovrò chiamare collo stesso nome queste parti ripetute dall' uomo sino alla foca; troverò dapertutto un *Femore,* una *Tibia,* un *Tarso* ecc., e come dite voi stesso « si possono dare gli stessi nomi alle ossa omologhe di animali differentissimi (1). » Ma se il medesimo fondo di struttura, se il medesimo numero di elementi si conserva dapertutto (salvo poche eccezioni) dall' uomo cioè alla foca e alla lucertola, vi sono altresì differenze nella forma di questi elementi ossei in ragione della forza o della delicatezza delle funzioni che vengono affidate alla stessa estremità. Tutti conoscono le differenze che offrono i femori del rinoceronte, della gazella, del kanguroo, del pipistrello, della talpa ecc.

La necessità meccanica che ha imposto la divisione in tre parti principali dell' arto che sopra abbiamo indicata, ed una conformazione alle volte tozza ed altre snella in queste medesime parti, ha reso necessaria altresì una testa del femore che si articoli col bacino, ed

(1) Darwin. *Origine* ecc., pag. 608.

una articolazione che lo metta in rapporto di flessione determinata colla tibia ecc. Questo si trae dietro anche le creste per la inserzione dei muscoli, le depressioni, gl' incavi per accogliere corde o vasi. Io non sarò per nulla meravigliato se troverò una uniformità in simili costruzioni; perchè la uniformità fondamentale dei pezzi solidi e delle loro funzioni mi ha precedentemente ammonito, doversi trovare una uniformità in tutte le parti, nel tempo stesso che capisco che la uniformità fondamentale è subordinata alle modificazioni richieste per l'adattamento speciale alla zampa della talpa, del cavallo, del pipistrello ecc.

Dubito d' inoltrarmi più in là che nol consenta lo stato appena incipiente della nostra questione; ma parmi che se io dò ad un esperto meccanico il problema di costruire estremità locomotrici o preensili, non potrà a meno di adottare un sistema formato di più di due pezzi, e di applicare una cavità cotiloide, ed articolazioni fra un pezzo e l' altro, come altresì creste per la inserzione delle corde ecc. ecc. Se egli dopo avere ben ponderato il suo problema, non potrà dipartirsi da codesta architettura che abbiamo considerata, allora io dirò che esso è costretto ad agire in tal maniera in virtù delle *leggi meccaniche*. Non potrei allora negare di riconoscere che anche la natura è stata condotta ad agire in cotal guisa per le medesime leggi meccaniche. Leggi, che regolando il tutto con precisione e rigore, si manifestano colle continue ricomparse, con una costanza

che assume l' aspetto di uniformità, e prende il posto di *uniformità di tipo;* per modo che alla formula *unità di piano* posso sostituire quest' altra: *ripetizione per necessità meccanica* (1).

All' incontro supponiamo che il meccanico dimostri, le appendici locomotrici o preensili potersi costruire diversamente, sia sotto l' aspetto generale, sia in particolare acconce al caso speciale del cane, del cavallo ecc. La qual cosa sarà poi meglio o peggio di ciò che si vede presentemente in natura. Noi ci occuperemo solo del meglio. Toccherà allora ai signori Huxley, Vogt e compagni di farci conoscere tipi esemplari più razionali, più scientifici della zampa del cane, del cavallo, della talpa, o di qualsiasi altro animale a scelta loro. Potranno nel tempo stesso illuminare noi poveri mortali, sui deplorevoli difetti ed errori di costruzione che troveranno certamente in parecchie estremità di vertebrati. Poichè, sia che un disegno capriccioso abbia regolato le servili modificazioni delle creazioni indipendenti, sia che ciascun vertebrato derivi da un solo stipite con variazione per selezione naturale; in ambi i casi si avranno parti inutili o errate che appartengono ai passaggi dall' una forma all' altra (2). Quanto

(1) L' idea di un concetto primitivo rappresentato dalla formula *unità di piano*, secondo la quale verrebbero coordinati tutti gli esseri e tutte le loro parti, dopo ciò che si è detto, sarebbe una parola priva di corrispondenza reale.

(2) Si vegga più avanti il paragrafo delle **Parti inutili.**

a me, credo non esservi nulla da fare; e che, come vedremo più avanti, tutto ciò che vi è nelle zampe degli animali suindicati è quanto si potea fare di meglio per rispetto alle leggi meccaniche, le quali reggono egualmente la piccola arte dell' uomo, come la grande arte della natura.

A proposito dell' arte umana abbandoniamo per un istante, o Signore, il laboratorio della natura, ed entriamo nella piccola officina dell' uomo. Nelle sue opere non si riscontra forse l' *unità di piano?* Considerate uno de' suoi lavori più usuali. Ogni arnese che deve percorrere le nostre strade è munito di ruote. Carrozze, carri, affusti, ambulanze, locomotrici a vapore, wagons ecc., tutti sono montati sopra ruote. Qui evvi una notevole uniformità, che d' altronde non è di pura apparenza. No, vedrete sempre colle ruote un asse, ed una quantità di altre particolarità che sono inseparabili dall' idea di un rotabile (1). Ebbene, io domando, questa uniformità è dovuta a un disegno preconcetto, che l' uomo primitivo si sia imposto di seguire invariabilmente e di suo capriccio, o piuttosto sarebbe mai una necessità meccanica? Vi sono certe dimande che già contengono in sè stesse la risposta. E questa appunto è di quel novero. Ma le leggi meccaniche, che hanno stabilito come condizione *sine qua non* per la costru-

(1) Non è questo il caso dei vertebrati su quattro estremità flessibili?

zione razionale e scientifica dei ruotanti, l'uso delle ruote, sono state le cagioni della ricomparsa perpetua delle ruote e degli assi in tutti gli arnesi dello stesso genere. Ecco la uniformità, ed ecco la *unità di tipo.*

Se mal non mi apposi, giudicando che conveniva stabilire da principio quello che abbiamo detto per risguardo al concetto generale delle estremità, come un punto di partenza per ciò che verrà in seguito, ora sarei dolente di aver sorvolato su questa materia con sì leggiero esame. Mi farò dunque ad aggiugnere su questo punto preliminare altre due considerazioni.

Non si vedrà mai che un animale semovente (escludendo il modo di camminare dei serpenti) manchi di estremità composte di più pezzi; e nessuno cercherà mai di vederlo, perchè cercherebbe cosa impossibile. Quando dunque mi aggiro in un Museo di osteologia, e veggo tutti gli animali provvisti di due o di quattro estremità, e le veggo composte di tre pezzi, io dico allora: ecco estremità flessibili, foggiate secondo le leggi della meccanica. Ma mi si risponde: ecco qui l'*unità di tipo*.... No, ripiglio; vi è *unità* di costruzione, in forza della *unità* di funzione, e per conseguenza della *unità* di leggi indeclinabili.

Senza più oltre insistere sulle esigenze della dinamica, che vuole irrevocabilmente molti pezzi nella costruzione di una estremità, soggiungo che codesta condizione, quale l'abbiamo esposta, non basta per sè sola

a costituire un membro acconcio alla preensione od alla ambulazione. È già molto se avvi un caso, in cui l'estremità finisca al basso mediante un semplice cilindro troncato (1). D'altronde è un enunciato, di cui non è mestieri fare dimostrazione, che l'estremità deve avere nella sua parte inferiore una forma acconcia a presentare una base conveniente ad ogni genere di stazione, o uno istrumento valevole così per la presa come per la repulsione.

Tagliate le dita ad una cicogna, non istarà più in piedi, perchè le manca la base. Una base è necessaria ad ogni animale; e dev' essere proporzionata così al di lui corpo, come ai movimenti che deve eseguire. Un disco, o qualunque superficie dilatata, qualora si applichi all' ultima parte della gamba, può servire bensì di base, ma indubitatamente non potrà utilizzarsi nella pluralità dei casi. D'altronde è ben noto in meccanica, che una base discoidale può venir surrogata da un numero di raggi; il qual numero può restringersi fino a tre: il *tripode*. La ragione di preferenza dei raggi sul disco, dipende dalla esigenza delle funzioni, che la sup-

(1) Una estremità composta di molti pezzi cilindrici disposti in serie l'uno sopra l'altro, come trovasi nel cavallo, è di un uso troppo limitato. Le zampe dei *solidungulati* sono eccellenti colonne, se vuolsi, per portare il peso del corpo, e trasferirlo sul suolo, ma il terreno deve presentare condizioni speciali; il che è facile intendere, considerando che la zampa *preme* il suolo, ma non si *attiene* al medesimo.

posta base è ordinata a compiere. E quasi sempre troviamo che non solamente avvi titolo di preferenza, ma bensì una esclusiva necessità della forma raggiata, sulla forma discoidale.

Allorchè la cicogna fa que' suoi lunghi passi sopra un suolo scabro e pieno d'ineguaglianze, a cui deve attenersi; allorchè una lucertola si arrampica su pegli alberi; allorchè la tigre facendosi un punto di appoggio sul suolo si slancia sopra la preda, a che pro servirebbe un disco? La distanza e la ineguale ubicazione dei punti a cui deve tenersi ogni parte della base, esige una divisione, una indipendenza delle stesse parti aggrappantisi.

Dunque è necessaria la forma raggiata.

Non chiederò se codesti raggi potessero essere bastoncelli rigidi. Ciò che abbiamo visto finora non è che un piccolissimo lato della considerazione che deve portarsi sull'ultima parte delle estremità. Diffatti che cosa è mai per gli animali l'appoggiarsi sul suolo, in confronto del tenervisi aggrappati con una specie di preensione? Anche quando un animale si trasporta da un luogo ad un altro, d'uno in altro ramo, si attiene alle ineguaglianze del suolo, o si avvinghia ai piccoli tronchi degli alberi. Ma quante funzioni non debbono eseguire gli animali colle loro estremità! Molti non possono recare la bocca sopra l'alimento, e bisogna che si portino essi l'alimento alla bocca. Altri hanno necessità di stringere il loro cibo per poterlo rodere, oppure di tener lì stretta

una vittima che si dibatte per fuggire. Breve, la preensione esercita il suo ufficio sur un vastissimo campo, e e sotto mille forme. La preensione esige che i raggi possano attorniare i corpi e applicarvisi d'ogni parte, quanto è necessario; e tutto questo non si può ottenere senza che i raggi sieno linee spezzate, cioè sieno composti di parecchi pezzi. Eccoci pervenuti non solo alla forma *raggiata*, ma un passo anche più in là; voglio dire alla forma *digitata*.

Mi si dirà: sempre si trovano dita nelle prime classi dei vertebrati. Che c'è a meravigliare? Se dappertutto esiste il bisogno della preensione, o in un modo o in un altro, potrebb' egli mancare lo strumento che deve eseguirla? Laddove occorre la tanaglia, bisogna avere la tanaglia; dove è richiesto il tripode, ivi pure bisogna avere il tripode. Nulla potrà mai venirvi surrogato. La perpetua ricomparsa delle dita negli scheletri dei vertebrati, è la ripetizione della *necessità meccanica* che non dà luogo a veruna scelta. Se volete una funzione, vi occorre l'istrumento dacciò. Se volete prendere, converrà che abbiate una mano.

In tutti i vertebrati superiori noi scorgiamo una incontestabile uniformità di costruzione per questo rapporto. È sempre l'*unità di piano* che è stata proclamata, dicendo che ogni estremità si termina con dita. Chiederei volontieri a un dotto meccanico, quale forma si potrebbe sostituire per assicurare a mo' d'esempio ad

un camaleonte la sua vita di acrobate, ad un'aquila i suoi artigli possenti, ad una scimmia la sua mano prensile. Se non c'è nulla di meglio da sostituire, se niun'altra costruzione avrebbe potuto dare una presa sì facile sì forte e sì sicura senza la forma *digitata*, io dirò che le leggi meccaniche hanno regolato questa costruzione, e che esse prendono il posto della *unità di piano*.

Allora io non posso esimermi dal fare questa riflessione: se l'*unità di piano* è una ipotesi ingegnosa, la *legge meccanica* è un fatto scientifico.

Perfino il numero delle divisioni che trovansi nei raggi digitali, non è cosa arbitraria. Vi hanno limiti e regole. Vediamolo con un esempio.

Una scimmia ha quattro pezzi nelle sue quattro dita: tre falangi ed un metacarpo. Tagliate due di queste falangi, e la scimmia non può più prendere. Tagliatene una sola, avrà ancora la possibilità di prendere, ma non terrà stretto egualmente bene, poichè due pezzi formano colla loro mutua inclinazione un angolo solo, e quindi non vi può essere la presa; tre formano un uncino, che non è ancora sufficiente ad abbracciare i rami degli alberi. Soltanto quattro pezzi possono formare un anello, e circondare interamente un corpo pro-

porzionato (1). Di più questo anello non solo abbraccia il ramo che vi è contenuto, ma dei quattro pezzi che lo circondano da ogni parte, i due ultimi principalmente prendono siffattamente il ramo che rimane stretto come in una morsa. L'anello così ha dimensioni variabili, e tosto che riesca inferiore al contorno del corpo da stringere, esso può venire ingrandito (come in alcune scimmie e nell'uomo) mediante l'aggiunta o intervento del pollice. Ma è sempre un sistema di pezzi a pressione, i quali, a guisa di tanti freni attorno ad una ruota, legano strettissimamente il corpo. Queste particolarità non si potrebbero ottenere, qualora un minor numero di pezzi fosse nelle dita; e si comprende quanta sia l'importanza di queste stesse particolarità nella meccanica della mano! Non era bastante pel cavaliere, che maneggiava la

(1) Non è necessario far notare, che, se tre pezzi possono formare un triangolo chiuso, per impugnare un piccolo ramo occorrono però tre pezzi molto lunghi e che formino tra loro angoli acuti. Fermandoci a considerare questo punto, ci scosteremmo di soverchio dal nostro principale soggetto; ma non posso astenermi dal ricordar qui le belle osservazioni fatte a questo proposito dai fratelli Weber: « Essendo le dita composte di molti articoli, abbracciano molto bene gli oggetti; e poichè il numero di questi articoli non sorpassa quello di tre, così li afferrano con maggior forza. Possono piegarsi fino a toccare le ossa del metacarpo, ed il pollice viene ad incontrarli. Siffatta disposizione rende la mano atta a palpare, stringere, prendere, impugnare, tenere, e comprimere così i corpi di un certo volume come i piccoli oggetti, qualunque ne sia la forma.... ecc. » *Traité d'ostéologie*, pag. 157.

lancia, attorniare quell'arme col giro della mano; gli era mestieri *serrarla in pugno*, vale a dire stringerla fortemente. Ora un bastone non è fermato entro un anello, se questo non lo prema ovunque fortemente; e questa funzione è eseguita dalle dita, in grazia della pluralità dei pezzi onde sono composti. Ma nelle dita la pluralità dei pezzi dà ancora la mobilità, la flessibilità, e la delicatezza dei movimenti, sicchè possono acquistare la flessibilità della corda senza perdere nulla della rigidità della verga.

Riassumendo dico: se nel percorrere una sala di anatomia comparata vediamo che le estremità dei vertebrati superiori terminano in dita articolate, colle articolazioni in numero definito; noi apprendiamo un fatto stabilito dalla meccanica per la costruzione razionale di un istrumento da presa, da contatto, o da divaricazione, acconcio a servire di base. Ma dappertutto vi è necessariamente una certa uniformità di pezzi, di forme, di disposizione, e di connessione; insomma ciò che d'ordinario chiamasi *unità di piano*.

Nello sviluppo normale del nostro discorso non siamo giunti ancora al punto di entrare nella questione della meccanica del carpo; e non ci conviene anticipare qui alcune idee che avran luogo più innanzi, cioè dopo uno studio accurato del carpo umano. Differiremo dunque a discorso più inoltrato le conseguenze relative a questa parte, sì notevole ancora perchè costantemente trovasi negli animali. Tali conseguenze sono del resto

in perfetta armonia con quelle che emergono dalla considerazione delle altre parti.

Del rimanente, oltre la uniformità riscontrata or ora nelle estremità degli animali, si è notato una uniformità od una *unità di piano* ancora fra le estremità toraciche e le pelviche. Questa cosa ha fermato l'attenzione di molti dotti, da Vic-d'Azyr fino ai signori Martins, Durand (de Gros), e Gegenbaur. I lavori a cui siffatto genere di esame ha dato origine, sono molto ingegnosi, ed in grazia dell'attento studio che vi si è posto, hanno arricchito la scienza di buone osservazioni. Ma in ultimo si ritorna anche qui, se non m'inganno, ad una dipendenza la più rigorosa dalle leggi meccaniche. Non potrei occuparmi di proposito di questo punto, senza scostarmi dal mio soggetto principale; ma neppur posso esimermi dal farne parola.

Si trovano omologie molto rimarchevoli nel confrontare insieme le estremità anteriori colle posteriori, e principalmente quando il confronto si faccia fra l'estremità destra anteriore dell'uomo e la sinistra posteriore. Allora i pezzi hanno tutti i loro corrispondenti, sono ben disposte le loro correlazioni, e le loro facce e le creste hanno le parti rispettive similari; infine, le loro articolazioni hanno le rispettive omologhe. Bisogna leggere l'interessante lavoro del Martins per veder trattata questa questione in tutta la sua chiarezza. Fra

le idee più notevoli da lui introdotte, vi è quella di considerare l'omero come un *osso contorto* (1).

L' omero è un osso contorto, dice il Martins, quando si raffronti col femore. Diffatti l'asse del collo dell' omero non è già nel piano della troclea inferiore; ma l'asse di quest' ultima fa un angolo di 180 gradi negli antropomorfi, nei mammiferi terrestri e negli acquatici (2), e di 90 gradi nei cheiropteri, negli uccelli e nei rettili. Donde trae questa giustissima conclusione, che la torsione di 90 gradi è la caratteristica del volo e della andatura dei rettili (reptazione) (3), mentre che l'altra di 180 gradi è la caratteristica del camminare, del nuotare e dell' arrampicarsi.

I movimenti delle estremità divengono perciò differenti nelle due categorie degli animali che abbiamo

(1) Martins. *Nouvelle comparaison des membres pelviens et thoraciques chez l' homme et les mammifères.* — *Annales des Sciences naturelles,* IV. Ser. T. VIII. 1857, pag. 45.

(2) Pare che si debbano eccettuare le balene, i cachalots ecc. Si vegga più avanti ove parlasi delle osservazioni del Durand. Inoltre le cifre recate dal Martins non sarebbero del tutto esatte, perchè secondo il Gegenbaur vi sarebbero notevoli differenze nella specie umana rispetto allo stato di feto o di neonato, o di una data razza, ed anche differenze individuali. Il Gegenbaur trova una media di 168 gradi circa. *Annales des Sciences naturelles,* T. X. 1868, pag. 62.

(3) Eccettuato il camaleonte, perchè si arrampica come le scimmie d' America.

citati. Sotto la divergenza di 90 gradi si opera il volo, e la reptazione; invece sotto quella di 180 gradi ha luogo l'arrampicarsi, il camminare ecc. La torsione di 90 gradi è appropriata alla funzione del volo, e non vi si potrebbe sostituire quella di 180 gradi. E perchè? Per *incompatibilità meccanica*. Se l'omero ha una differente torsione, l'ala non ha più l'ordinaria direzione, non dà più sulle colonne d'aria quel colpo che essa batte colla direzione ordinaria. Potremo mai supporre che il colpo dato dall'ala di un'aquila non sia il più giusto per averne il miglior volo possibile? Se avvi alcuno che ne dubiti, lo inviterò a studiare le notevoli pagine del vostro libro, o Signore, per conoscervi la perfezione dell'adattamento, e della disposizione delle parti degli animali (1). Se, per ipotesi, noi supponiamo che il volo possa prodursi sotto una differente torsione, è ben certo che chiunque non ignori interamente i principi di dinamica non supporrà che possa aversi un egual volo. In ogni caso noi pregheremo qualche dotto, per esempio il sig. Vogt, a somministrarci il modello di un'altra costruzione migliore di quella adottata dalla natura.

Io credo che la felice osservazione fatta dal Martins, cioè « che la torsione di 90 gradi è una delle con-

(1) « Questa perfezione di struttura, e questo adattamento degli organi alle loro funzioni, che eccita sì giustamente la nostra ammirazione. » Darwin. *Origine des espèces*, pag. XVIII, ecc.

dizioni osteologiche del volo e della reptazione » è una delle mille osservazioni che si faranno per l'avvenire sopra la meccanica animale, e che apriranno probabilmente una via più sicura a questo genere di ricerche.

Peraltro, questa torsione non è cosa reale. Il Martins si spiega chiaramente, e dice che questa torsione è *virtuale;* il che a mio avviso significa, che nel più alto concetto dell'omero, nell'idea primitiva di quest'osso, bisognava che l'asse di una articolazione fosse divergente dall'altro di 90 gradi pel volo, e di 180 per l'ambulazione. — Credo quindi, che sarebbe egualmente evidente il dire, che gli *adattamenti funzionali* hanno imposto come condizione inevitabile la precisa divergenza dei due assi; giacchè riesce manifesto, che il volo dei pipistrelli come degli uccelli, per essere possibile, esige questa torsione di 90 gradi. Affine di rendere possibile questa funzione era necessario trovare un organismo, o una conformazione *adatta alla funzione* essenziale del volo. Dopo ciò non si legge certamente senza sorpresa che « gli adattamenti funzionali sarebbero impotenti a dar ragione delle differenze che abbiamo notato fra le membra toraciche e addominali; le funzioni sono il risultato delle leggi organiche superiori che le dominano e le determinano » (1).

Non varrebbe l'adattamento funzionale a dar ragione di queste differenze, quando ci tornasse eguale

(1) Martins. l. c. pag. 109.

avere un organismo piuttosto che un altro per ottenere queste funzioni. Ma, come ognuno vede, non è questo il caso.

Le funzioni sono il risultato delle leggi organiche superiori che le dominano e le determinano; così dice il Martins. Sarebbe forse più esatto il dire, che le funzioni sono il risultato delle *forme meccaniche*, dalle quali sono determinate con rigore geometrico.

Parmi che il Martins abbia preso le mosse troppo dal basso, partendo dalle leggi organiche superiori. Risalite un po' più in alto, e troverete che queste leggi organiche sono anch' esse determinate dalla possibilità o non possibilità di un essere che si muova nell' aria. O l' essere non volerà, ovvero presenterà le leggi di organismo descritte, in perfetta armonia, e nel più completo accordo colle leggi meccaniche. Le leggi di organismo non sono dunque arbitrarie, ma perfettamente determinate dall' adattamento delle membra per la funzione del volo o della reptazione in ordine e dipendenza dalle leggi meccaniche.

Il Durand (de Gros) per parte sua ha spinto più in là le considerazioni sulla torsione dell' omero (1), ed è stato condotto a risultati inattesi. Prima di tutto, secondo lui, la torsione dell'omero è una realtà, ed « una

(1) Durand (de Gros). *Les origines animales.* 1871.

deformazione meccanica di un osso regolare, di un osso diritto a filo, del quale trovasi il corrispondente nel femore » (1); deformazione prodotta originariamente « da uno stiramento muscolare anormale tendente ad acconciare il membro anteriore ad un cangiamento di mezzo e di funzione. » Così nella sua origine l'omero non sarebbe stato un osso contorto « ... ho detto a me stesso, prosegue egli, che essendo l'omero torto nell'uomo, deve trovarsi fra i vertebrati inferiori qualche tipo fossile, o vivente, nel quale non esista punto questa torsione dell'omero; nel quale quest'osso presenti ancora la sua forma nella primitiva regolarità (2). Questo tipo il più puro che conosciamo (di leve articolate, o membra) ci è offerto dall'ittiosauro e dal plesiosauro, e nella fauna vivente dai cachalots, dai rorquali, e dalla testuggine di mare (3)... in tutti questi generi le quattro appendici locomotrici sono notevolmente similari, quelle del dinanzi ripetono servilmente le posteriori (4). »

Buona osservazione è questa del Durand. Gli enaliosauri, come le testuggini di mare, hanno l'omero del pari che il femore senza torsione. Il Durand ne trova la ragione in questo, che quelle ossa sono tuttavia nello stato primitivo, sono ossa che non hanno

(1) Durand (de Gros). *Les origines animales.* pag. 45.
(2) ivi pag. 47.
(3) ivi pag. 108.
(4) ivi pag. 47.

peranche subìto la torsione. Quanto a me, un altro ordine di considerazioni si porge al mio pensiero. Io mi attengo alla fauna vivente, che conosciamo molto meglio della fauna fossile. — Io mi domando: quale è il modo di agire del braccio della testuggine di mare? È il medesimo di quello della gamba. Le quattro estremità sono quattro remi, che non hanno altro ufficio in fuori di quello di batter l'acqua all'indietro. Siccome la funzione è la stessa, così la costruzione delle zampe è la medesima. Sarei meravigliato, se a conseguire una stessa funzione si avessero costruzioni differenti. Ma lo sarei del pari se vedessi una medesima conformazione nelle quattro membra di altri animali, nei quali le membra anteriori hanno una funzione differente da quella dei posteriori. Per ciò che riguarda i quadrupedi terrestri, è cosa assai chiara; e per gli acquatici come la foca, il dugongo, ed il lamantino, l'omero è contorto. Questi animali nuotano, eppure non hanno l'omero diritto dei plesiosauri o della testuggine marina. Intorno a che io non mi sento per nulla disposto a dire col Durand « che si può quindi sicuramente dedurre, che gli ascendenti di questi falsi cetacei hanno vissuto una vita intieramente terrestre » (1). No; poichè ho ben presente che questi animali o vengono a terra, ovvero si aiutano colle unghie, di che hanno fornite le mani anteriori, per aggrapparsi più o meno ai corpi. La loro

(1) Durand (de Gros). *Les origines animales*, pag. 58.

vita non è dunque puramente acquatica; ma essi esercitano ancora alcune funzioni, o meglio, alcuni sforzi di una vita terrestre mediante le loro estremità anteriori. Ed è manifesto che quand' anche solo una volta all' anno dovessero arrampicarsi (per deporre, ad esempio, i loro piccoli) avrebbero mestieri delle estremità anteriori foggiate con adattamenti acconci a questo solo momento della loro esistenza. Altrimenti sarebbero animali imperfetti, cioè animali aventi bisogni, e privi del modo di soddisfarli. Per potersi arrampicare è necessario che l' omero sia tôrto; e diffatti questi animali lo hanno contorto.

La torsione dell' omero è pel Durand di tanta importanza, che egli crede basterebbe « essa sola a provare che una filiazione veramente genetica ci riunisce col maggior numero degli animali superiori ad una forma originale, immediatamente trasformata dalla sostituzione di un mezzo fangoso ad un altro acqueo. Questa forma primordiale è forse la testuggine? » L' origine dell' uomo sarebbe dunque rischiarata da questo nuovo lume. « L' uomo, prosiegue egli, ad elevarsi per gradi dalla forma di rettile (da questo grande punto di partenza generale di tutte le forme superiori di uccelli e di mammiferi) ha dovuto avviarsi a questo scopo (supremo) percorrendo senza interruzione una serie di specie abitatrici degli alberi. »

Senza volere assorgere tant' alto, ma per converso attenendoci a questioni più semplici, io credo che cia-

scuno dirà, — che nella grande maggioranza degli animali i moti convenienti delle estremità anteriori richiedevano che l'asse del collo dell'omero e quello della sua troclea inferiore non fossero in una stessa direzione, ma fossero divergenti di 90 o 180 gradi. Cotale divergenza implica la forma contorta dell'omero. Per contrario un piccol numero di vertebrati puramente acquatici ha movimenti che non esigono una divergenza dei due assi, e l'omero allora ha la forma diritta; ed in questo caso i loro omeri ed i loro femori sono altresì isotipi ed isotropi, come sono isocrone del pari le loro funzioni. — Senza la forma ritorta dell'omero, la zampa del cavallo e del cane sarebbero storpie; la zampa della testuggine marina senza l'omero diritto sarebbe uno istrumento che funzionerebbe a rovescio. In tutti i casi la ragione scientifica ha imposte queste diverse conformazioni, perchè la determinazione di queste forme è attributo della meccanica e della geometria. Non c'è volo, nè ambulazione, nè nuoto che sieno razionali e che funzionino con precisione, senza di queste forme.

Questo discorso come ognun vede è molto semplice; ma nel tempo stesso è ancora scientifico. A fronte di questo ragionamento, a nostro avviso, è un fuor d'opera la spiegazione di codeste forme umerali somministrata dalla dottrina della filiazione degli esseri (1).

(1) In un recente articolo (*Comptes rendus* 23 Dec. 1872) il Durand (de Gros) ha esposto dei dubbi sopra la vera torsione

Rimettendoci in filo si vede che se si vogliano considerare le estremità toraciche e addominali sia sotto un punto di vista o sotto un altro, appariscono molto chiaramente omologie notevoli fra loro. Anche senza ricorrere alle zampe dei quadrumani, la cui somiglianza è cotanto manifesta, trovasi nella maggior parte dei casi un disegno, ed una costruzione così ben mantenuta, che senza dubbio fa attenti anche i meno istruiti.

Ebbene, mi sto pago a una sola dimanda. La gamba anteriore del cavallo è essa conformata regolarmente, giusta i principii di dinamica e di meccanica, per servire alla corsa, all' ambio, al trotto, al galoppo ecc.? La gamba posteriore dello stessso animale è essa montata con simile regolarità? La risposta spetta ai dilettanti di equitazione. — Ciò posto, le estremità toraciche, del pari che le pelviche, sono dunque costrutte quali si convengono; in modo tale che non potrebbero essere costrutte differentemente da quel che sono.

Allora, per una licenza rettorica, rivolgo il discorso ad un operaio, e gli dico: è quella la ruota diritta di-

presentata dall' omero «.... la torsione umerale, dic' egli, non esiste in tutti i vertebrati che sono forniti di membra, e di più non è diretta nel medesimo senso in tutti quelli ne' quali si riscontra: 1.° la torsione è nulla negli enaliosauri, ictiosauri, e plesiosauri, e nelle testuggini talassiche; 2.° è antero-interna nei rettili e nei mammiferi terrestri, nelle foche, nelle morse, e nei sirenoidi; 3.° è antero-esterna nei veri cetacei e negli uccelli.»

nanzi di questo carro? — Sì, eccola, perfettamente proporzionata, perfettamente disposta, e che funziona perfettamente. — E quell' altra è la ruota di dietro? — Sì, eccola egualmente appropriata, come la prima. — Ma voi avete copiato l' una dall' altra. — No, io ho costrutto l'una e l'altra secondo le regole della meccanica. Capite bene che queste regole sono inevitabili. Vi sono delle rassomiglianze; ma poteva io mai dimenticare in verun caso la sala, il mozzo, le razze, od i quarti delle ruote? Vi sono bensì ancora alcune differenze; considerate che tutto il meccanismo dei freni manca alla coppia anteriore ecc. (1).

Nell' opera della natura io scorgo lo stesso ragionamento. Esistono bensì omologie fra le estremità anteriori e le posteriori; ma si poteva forse dimenticare che occorrono tre pezzi indispensabili a ciascuna estremità, cioè un omero e un femore, un avambraccio

(1) Se qualcuno profondamente istrutto nella meccanica fosse incaricato di costruire tre avambracci pei differenti usi dell' uomo, del cane, della talpa, potrebbe mai costruirli diversamente da quelli che sono in natura? No certo, perchè essi sono costruiti a regola perfetta di meccanica. Li farebbe dunque composti di due pezzi, l' ulna e il radio; e gli si potrebbe dire che in fondo egli ha addottato un tipo, e che lo ha variato in tre modi secondo il bisogno. Ma l' adozione di questo tipo, o meglio di questa forma fondamentale, è imposta dalla *necessità meccanica;* egli non potea fare diversamente, non v' era luogo a scelta.

Del pari potrei dire riguardo all' avambraccio degli altri ani-

e una gamba, una mano ed un piede? Si poteva forse dimenticare che una estremità anteriore o posteriore di scimmia, non è completa se vi mancano le dita? Non vi è forse egualmente in tutte quattro, perchè possano funzionare, la necessità di allungarsi, di accorciarsi, di piegarsi per angoli, e di servire alla preensione? Le stesse esigenze dominano tutte le estremità, salvo le modificazioni richieste dalla diversa posizione delle estremità relativamente al corpo. — La rassomiglianza dei movimenti importa la rassomiglianza delle parti; l'omologia delle funzioni richiede l'omologia degli strumenti.

Potrebbe mai immaginarsi una differenza di qualche rilievo fra le estremità anteriori e posteriori nei casi ordinari? A qual uopo sarebbero nel cavallo due zampe da solidungulo, accoppiate a due zampe da presa? La natura del cavallo non è forse determinata da tutto il suo complesso, ed in questa ipotesi, dalle zampe anteriori? I pittori ed i poeti si sono fatte lecite simili associa-

mali, e con più verità di ciascuna parte dello scheletro di ogni animale. Ciascuna parte sarebbe quale necessariamente dev'essere secondo le leggi di meccanica. Le cose non poteano andare diversamente. Se trovasi dunque rassomiglianza fra loro, se vi è *unità di tipo,* ciò avviene perchè lo esige la meccanica. — La natura non si è dunque imposta un tipo *da seguire;* ma essa ha seguito quella via che sola era possibile in meccanica. Non è la modificazione di un tipo ingegnosamente, e accortamente immaginato, e variato; ma sono esigenze meccaniche, uniformi quanto al principio, e variate poi nelle speciali applicazioni.

zioni; ma il poeta ci dice ancora — *Spectatum admissi risum teneatis, amici?* — Buon per loro che niuno li interroga sulla ragione dell' armonia da essi improvvisata fra parti incompatibili; e sarebbero molto impacciati se dovessero dare spiegazioni intorno all' *Ippogrifo*, o all' *Argo*. L' accordo delle parti va di pari passo colle condizioni di coesistenza, vale a dire, che qualora non si serbi questa legge, si cade nell' impossibile (1).

Ancora un' ultima osservazione intorno alla *unità di piano*. Quando si vuole ammettere una unità di *tipo*, o di *costruzione*, o di *piano*, bisogna ammetterla tal quale

(1) Faremo una domanda agli amatori dell' *unità di piano*, ad essi che danno a prova luminosa di questa unità la presenza delle estremità negli animali. Porterei nottole ad Atene, se dicessi loro che due strutture molto differenti sono applicate ai movimenti dell'estremità nelle diverse classi degli animali. La zampa della scimmia eseguisce ogni sorta di movimenti con tre pezzi. Il tipo era assai buono, chi nol vede? — Perchè dunque non si è mantenuto ancora negli animali articolati? La flessione e la torsione del braccio si effettua tanto nel granchio, quanto nello scarafaggio; ma qui si han quattro pezzi: omero, mano, e due articoli intermedi e disposti l' uno a capo dell' altro; e la torsione che nella scimmia è confidata al movimento del radio sopra il cubito, nel granchio invece si compie da parecchi assi di articolazione ecc. Ecco due tipi ben distinti e che servono al medesimo risultato; perchè ciò? Le esigenze meccaniche non c' entrano per nulla? (Veggansi le *Memorie dell' Accademia delle Scienze di Bologna*, Serie 2.ª T. IX. 1869, pag. 125. — *Confronto dell' organo fossorio della Talpa e della Grillotalpa*, per Gian-Antonio Bianconi).

essa è; cioè bisogna intendere un *all' incirca* e niente più. Imperocchè gli è vero per esempio che dal primo all' ultimo dei vertebrati trovasi immancabilmente una testa, ed una serie di vertebre, o come dicesi una colonna cefalo-rachidiana; quasi sempre si trovano quattro estremità composte delle medesime parti: ma peraltro si annunzia la detta unità con grandissime concessioni: di avere per esempio, nell' uomo 29 vertebre, 8 nel rospo, e 300 nel serpente boa. Si sta paghi di ammettere una unità, quand' anche si hanno quattro estremità enormemente sviluppate, o soltanto rudimentali, ovvero due sole, fin giù ai serpenti ed alle murene che ne vanno privi interamente. La unità si ammette ancora quando il peroneo eguaglia quasi la tibia, e quando è ridotto ad un semplice stilo come negli uccelli; si ammette l' unità, quand' anche si avesse una mano sviluppatissima come nell' uomo, o quando non si ha più che un solo dito, come nel zoccolo del cavallo. Noi pertanto accettiamo l' *unità di piano* con questa latitudine; cioè una unità analoga a quella che si ha nella grande famiglia delle *locomotive*, degli *orologi* ecc., ove veramente si vede un *concetto* che predomina, ma con migliaia di modificazioni, o di adattamenti pegli usi speciali (1). Ma a questo proposito è bene notare che se

(1) La scopa colla quale il famiglio ripulisce la casa, o la spazzola che serve a togliere le ragnatele, il grosso pennello degl' imbianchini, e il nobile pennello del Sanzio o del Coreggio, sono l' attuazione di un solo *concetto*, vale a dire di uno strumento

codesta parola *unità* presa nel suo stretto significato implica l' idea d' identità (1), quando invece si intenda colle latitudini sovra esposte, si vede che, in causa di essa, nulla vi è che costringa, nulla che vincoli, nè riguardo alla costruzione delle macchine a vapore, nè riguardo agli animali vertebrati; non nelle opere umane, non in quelle della natura. Si possiede la massima libertà.... No! io mi inganno. Ogni costruttore è vincolato dalle *regole della meccanica.*

Concludendo dunque: nella questione dell' *unità di piano*, o di costruzione, od altro che dir si voglia per risguardo agli organi del movimento, di preensione ecc. degli animali vertebrati; e qualora questi organi sieno a fondo analizzati, si trova che le prescrizioni della meccanica hanno prodotto rassomiglianze, e la più notevole uniformità ed unità di disegno.

destinato a *soffregare leggermente le superfici*. In fin de' conti sono senza dubbio arnesi dello stesso genere. Vorremmo noi dire però che sono congeneri in sì alto grado per virtù di una legge, di un premeditato tipo primitivo? No; tutto ciò proviene da questo, che usi simili esigono istrumenti simili. Nelle arti, molti utensili si rassomigliano, perchè esiste un principio teorico essenziale per tutti; ma questo principio può essere modificato per l' adattamento dell' istrumento ai singoli usi. Il che avviene tanto per la piccola arte umana, quanto per la grand' arte della natura.

(1) Si consulti Flourens. *De l' unité de composition*, Paris, 1865.

Ora imprenderemo, o S i g n o r e, lo studio del problema da voi posto innanzi, mediante l'esame delle estremità in particolare, e primieramente della mano dell' uomo.

PARTE PRIMA

LA MANO DELL' UOMO

I.

LA MANO DELL' UOMO

Benchè si abbiano opere notevoli per molte ragioni, che trattano espressamente della mano, come quelle del Bell (1) e del Günther (2); tuttavolta non troviamo in esse riuniti tutti i materiali necessari per la nostra ricerca. Nei lavori dei signori Cruveilhier, Carus, Bichat ecc. hannosi molte osservazioni che ci torneranno di grande aiuto. Nondimeno ci fa duopo intraprendere l' esame della *mano* sotto un aspetto ancor più generale, e nel tempo stesso più particolareggiato; poichè *la mano dell' uomo* è il nostro punto di partenza, ed è il termine di confronto colle estremità degli altri mammiferi.

Io non debbo insistere sopra quanto si è detto per lo addietro; ma nell' esame della estremità superiore

(1) Bell. *The hand.*

(2) Günther. *Das Handgelenk* ecc., 1850.

dell' uomo, noi troveremo portate fino al *maximum* le condizioni meccaniche, che in precedenza abbiamo esposte. Diffatti il braccio non consta di un pezzo solo, e non poteva esserlo nemmeno. Il braccio è un asta spezzata, che si compone di tre parti: *omero, avambraccio,* e *mano.* Le articolazioni scapulo-umerali, omero-cubitali, e radio-carpiane permettono che i tre pezzi possano formare angoli fra loro, la qual cosa consente al braccio di stendersi, piegarsi, allungarsi, ed accorciarsi per ogni verso e in tutte le misure.

Il braccio è dotato di un altissimo grado di flessibilità e di mobilità. I dotti Weber, ed altri ancora, hanno notato che non avvi parte alcuna del nostro corpo convenientemente collocata cui la mano non possa raggiungere. Inoltre una persona, ritta in piedi, e perfettamente immobile, può prendere egualmente bene un insetto che si sia fermato sulla sua spalla, come un frutto che trovisi in alto sul ramo di un albero alla intera portata del suo braccio. Nel primo caso il braccio è intieramente piegato, e nel secondo è totalmente disteso. Allora esso diventa un raggio, delle cui estremità l' una è fissa al suo centro sulla spalla, mentre l' altra può disegnare una linea curva, della quale tutti i punti si trovano alla superficie di una semisfera a convessità molto uniforme. I punti innumerevoli che sono compresi entro questa semisfera, sono tutti alla portata della mano, restando pur sempre immobile il tronco. Non vi è punto alcuno di tutto questo spazio, a cui la mano coodiuvata dalla *supinazione* e dalla *pronazione*

non possa applicare la propria azione. La mano, dopo avere percorso l'intera periferia, risale sino al suo centro, alla spalla. Quando percorre la periferia è messa a profitto l'intera lunghezza del braccio, quale risulta dalla disposizione dei tre pezzi collocati sopra una medesima linea, quando invece la mano tocca la spalla, il braccio si riduce a zero, perchè, ripiegandosi sopra sè stesso, la mano è portata all'origine medesima del braccio. Ed il braccio, che dà alla mano la possibilità di agire da vicino, da lontano, in alto, in basso, e dovunque, scomparisce infine quasi interamente quando l'estensione è addivenuta inutile (1).

Potremmo spingere molto più lontano queste osservazioni sopra la libertà e moltiplicità dei movimenti delle estremità superiori dell'uomo, ma ce ne asterremo per dar luogo ad una considerazione che non va priva d'importanza. Se questa mobilità è per un lato meravigliosa, poichè è prodotta unicamente da tre pezzi (quantunque uno di essi sia doppio); d'altro lato è ben chiaro, che questo stesso organo, il braccio, non poteva a meno di essere composto almeno di tre parti: l'*omero,* l'*avambraccio* e la *mano;* ed in conseguenza non potevano mancare le tre articolazioni scapulo-omero-radio-carpiane; ed infine non poteva a meno di terminarsi con una forma digitata. Il che, in ultima analisi,

(1) L'Alix fornisce molte osservazioni sui movimenti della mano. — *Annales des Sciences naturelles,* T. VIII, 1867, pag. 295.

è l' attuazione delle condizioni, o principî generali, che si sono visti in addietro, acconci a qualsiasi estremità che dee servire alla preensione od alla locomozione. — Non sarebbe possibile ottenere questi effetti con un numero minore di pezzi, come sarebbe assurdo pretenderne un numero maggiore. Quando tre sono perfettamente valevoli all' uopo, perchè richiederne quattro o cinque?

Nella costruzione organica del braccio avvi dunque il minor numero possibile di parti, e tuttavolta vi son tutte le parti necessarie; è il *minimo* congiunto col più completo *intero* (1).

La moltiplicità delle funzioni che sono eseguite dalla mano, non è dovuta solo alla varietà dei movimenti, ond' è capace il braccio. Avvi ancora un altro elemento, cioè la forma digitata della mano. Mediante la sua divisione quinaria si amplifica la sua superficie in virtù

(1) Non posso ommettere di osservare che gli effetti esposti vanno infine a riassumersi nella loro causa; vale a dire che i movimenti si riferiscono alla costruzione del braccio. Ora questa costruzione *comparirà di bel nuovo ogni qual volta si vorranno ripetere gli stessi effetti voluti,* se non nella medesima proporzione, almeno in proporzione aliquota. Noto di sfuggita che negli altri animali vertebrati si avrà maggiore o minore analogia nelle parti, quanto sarà maggiore o minore l' analogia negli effetti o nei movimenti; ne porgono un esempio le scimmie ecc. Non dovrà dunque recare sorpresa se ad una *unità di causa* corrisponda una *unità di effetti,* o in altre parole, se ad una *unità di funzioni* corrisponda una *unità di costruzione.*

del suo potere di divergenza; e la mano opponendo o piegando le sue dita, riesce una tanaglia delicatissima insieme e robustissima.

Studiamo dunque, ci dice il dotto Cruveilhier che ha molto bene analizzato la mano, « studiamo con tutta attenzione questa mano, vero capolavoro di meccanica » (1).

La mano è esposta come tutti conoscono a sopportare sforzi straordinari. Si veggono gli operai provarsi a superare ostacoli invincibili; adoperano la lor mano per isforzi estremi, ed esigono da essa quanto mai può dare; e di più alle volte pretendono ciò che non è possibile; donde provengono le lussazioni. Quando l' uomo vedesi al rischio della morte, quali sforzi risparmia egli mai alla sua mano, se da essa può sperare alcun soccorso?

La mano eseguisce movimenti innumerevoli, forti o delicati per gradi e per intensità. Ne abbiamo esaminato alcuni, come si vedrà nell' APPENDICE.

Forza, varietà, delicatezza, ecco i principali attributi di questa piccola macchina, la mano. Cotante qualità non si hanno senza una complicazione di struttura e d' innumerevoli parti in tutto l' *arto:* e di più le diverse funzioni sembrano localizzate.

(1) Cruveilhier. *Traité d' anatomie descript.* I. pag. 264.

Fra i movimenti che possiamo eseguire col braccio e colla mano, uno dei più comuni è l'atto di prendere i corpi (1). Analizzando questa semplice operazione, si vede che le differenti regioni del braccio e della mano concorrono diversamente a questo genere di movimento. La mano, o meglio le dita coi metacarpi circondano il corpo che deve esser preso, e sono immobilmente fisse sopra di quello per tutto il tempo che lo ritengono. Si modellano, per usare una frase del Cruveilhier, sulle più piccole ineguaglianze del corpo; e in certa guisa fanno parte con esso lui. Seguirebbero la inerzia del corpo od i suoi movimenti come tanaglie affisse, se non fossero regolate dal braccio. Il braccio imprime il movimento, ed ogni forza proviene da esso. Il braccio è quello che domina l'inerzia del corpo, o ferma i suoi movimenti. Fra le dita ed il braccio vi è il *carpo;* onde consegue, che fra l'apparecchio della presa (le dita) e quello della azione (il braccio) avvi una parte intermedia, sulla quale ogni sforzo va in fine a concentrarsi; e questa è il *carpo*. In ogni sorta di movimento fatto dalla estremità anteriore accade necessariamente una discordanza, ovvero una opposizione tra la forza motrice e la resistenza, cioè fra il braccio e la preensione digitale. Se io dò la volta ad una chiave, il braccio determina la torsione, e la mano resiste, perchè deve subire la resistenza della chiave; ma il disaccordo tra la forza e la resistenza cade sul *carpo*. Si imprimono

(1) Per maggiori particolari veggasi l' **Appendice.**

altresì sul *carpo* gli effetti del movimento, come quelli della resistenza. Il *carpo* alla sua volta eseguisce la doppia funzione o di trasmettere il movimento che ha origine dal braccio, o di determinare la fermata di un corpo cagionata ugualmente dalla resistenza opposta dal braccio. Si può dire infine che bene spesso le dita altro non fanno che applicare fortemente al carpo un oggetto già preso. Con ciò recano sopra di lui l' immobilità od il movimento, proprio di quel corpo che ritengono.

Nella grandissima varietà e moltiplicità dei movimenti che noi eseguiamo, il *carpo*, trovandosi impegnato in modo grandissimo nella sfera delle azioni e delle reazioni, diventa una delle parti più rilevanti della estremità. Gli sforzi ai quali va del continuo esposto, si riflettono e si concentrano sulla sua costruzione; ed allora si comprende la specialissima attenzione che esso richiede nelle nostre ricerche intorno alla mano.

Faremo dunque sul *carpo umano* un accurato esame. Per metterne più in chiaro le particolarità, sarebbe necessario certamente premettere lo studio generale dei movimenti della mano e del braccio. Ma, siccome questo ci terrebbe occupati troppo a lungo, darò un posto separato a questa analisi nella APPENDICE, e qui mi terrò soltanto all' esame del *carpo*.

II.

IL CARPO UMANO

GENERALITÀ SUL CARPO

Le poche cose accennate or ora di sfuggita, meritano per avventura una più accurata considerazione. Abbiam detto che le varie funzioni eseguite dalle diverse parti dell'estremità superiore dell' uomo sembrano essere *localizzate.* Facciamoci ora a considerare ciò più da vicino.

Diffatti; le dita saldamente applicate sul corpo che si vuol muovere, il braccio fonte ed origine dell' azione motrice, e il carpo che sopporta passivamente l' antagonismo dei loro sforzi, sono tre funzioni bene *localizzate.*

Io credo, non vorrà mettersi in dubbio che l' attività dell' estremità umana trovi la sua sorgente nel braccio e nell' avambraccio, come del pari che la presa

5

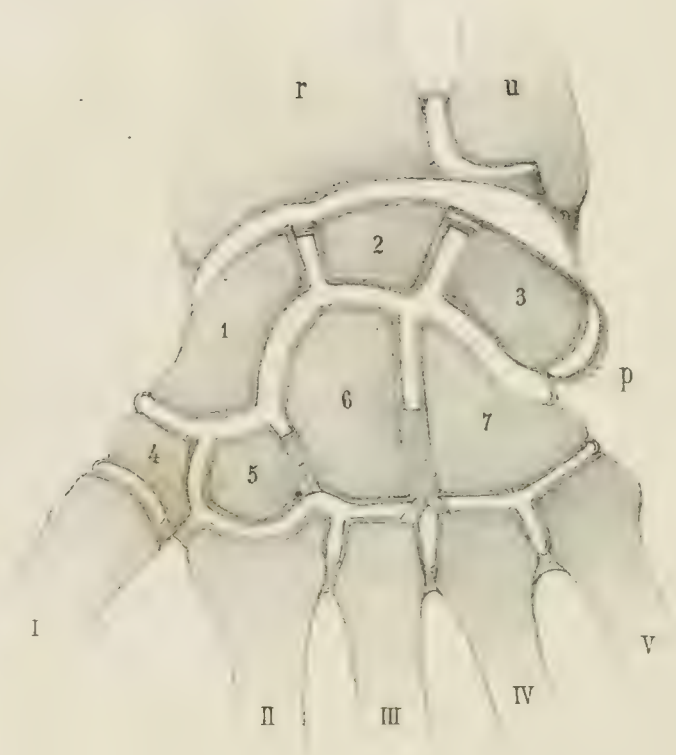
di un corpo da muoversi sia ufficio della parte digitata della mano.

In quanto al carpo, esso non partecipa direttamente nè all'uno nè all'altro dei due movimenti sopraindicati. Esso trovasi in uno stato di notevole *passività* (1): ciò peraltro non vuol dire *inazione* dal canto suo; giacchè gli rimane da eseguire una funzione di moltissimo rilievo. Collocato il carpo fra l'azione e la resistenza, è sottoposto ai violenti effetti del loro contrasto, ed il suo ufficio è di ricevere sopra di sè, senza scomporsi, tutti i colpi violenti che ne conseguono. Ma c'è di più: deve sostenere questi sforzi colla possibilità di dominarli, e li domina di fatto in grazia della *solidità* dei suoi elementi e della propria *elasticità*.

Nella estremità superiore dell'uomo abbiamo dunque due parti attive (la brachiale e la digitata), ed una neutra, che è il carpo. Ma le due attività essendo di natura opposta (azione e resistenza), la parte neutrale ed elastica è collocata nel mezzo, e si trova così nel vero posto che le compete; giacchè quivi essa funziona in qualità di *divisore* e di *moderatore* contro la violenza dei movimenti. Allorquando la mano è sottoposta ad una torsione repentina, il carpo ricevendo un

(1) « *Brachialis* (del carpo) *ossa motu non carent, tametsi nullus iis adest musculus peculiaris eorum motus auctor; et ob id obscurus censetur ac sensus nostros omnino latet* ». Realdi Colombi. *De re anatomica*, pag. 75.

I

lit. G Wenk

colpo violento, oppone una resistenza talora molto gagliarda, e la sua azione moderatrice diviene allora salutare per l'intiera piccola macchina della estremità umana.

Trovandosi il carpo così isolato, le sue funzioni riescono ben definite. Ripetiamolo anche una volta, il carpo è l'intermediario tra la forza e la resistenza; e precisati così una volta il posto e la natura del carpo, la sua costruzione diviene molto più intelligibile.

Vediamo come ciò avvenga.

Otto pezzi compongono il carpo dell'uomo (1). Possiamo tuttavolta ommettere di considerare il pisiforme, che trovasi fuori di serie, e non fa parte della *piastra solida carpiana*. Questa piastra dunque risulta di sette pezzi ossei fortemente associati, e riuniti in guisa da formare del carpo un pezzo di molta stabilità e resistenza, e la cui configurazione generale è immutabile.

(1) Si vegga la Tavola I.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I.

Sezione del carpo dell'uomo

r) radio — u) ulna — 1) scafoide — 2) lunato — 3) piramidale — 4) trapezio — 5) trapezoide — 6) capitato — 7) uncinato — p) pisiforme.

I) metacarpo del pollice — II) secondo metacarpo — III) terzo metacarpo — IV) quarto metacarpo — V) quinto metacarpo.

I sette elementi carpiani sono poliedri di diverse forme, ma sempre costanti. Hanno faccie di contatto coi pezzi attigui, ed altre faccie esterne.

Sopra queste ultime faccie si attaccano cortissimi legamenti « che sono di una tale resistenza, dice il Cruveilhier parlando dei legamenti (1), che non conosco verun' altra materia adoperata nelle arti che li sorpassi sotto questo rapporto..., e la loro adesione (sopra le ossa) è tanto intima, che è più facile rompere i legamenti o le ossa, che staccare i legamenti dal punto preciso ove sono impiantati » (2). I legamenti e le loro inserzioni sono dunque saldissimi. Essi di più sono assai numerosi e distribuiti in varie direzioni sulla superficie superiore della mano, come anche nella faccia inferiore (3). Essi irraggiano in tutte le direzioni sopra le faccie opposte.

(1) Cruveilhier. *Traité d' Anat. descript.* pag. 367.

(2) « Le proprietà caratteristiche dei legamenti sono: una estrema tenacità, ed una inestensibilità maggiore di gran lunga che in verun altro tessuto. » Bourgery. *Anat. descript.* V. I. pag. 143. « I legamenti sono poco estendibili. » (ivi). — « L'ufficio dei legamenti è di mantenere il contatto delle superfici articolari delle ossa. » Cruveilhier o. c. pag. 370.

(3) Si vegga la Tavola II.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II.

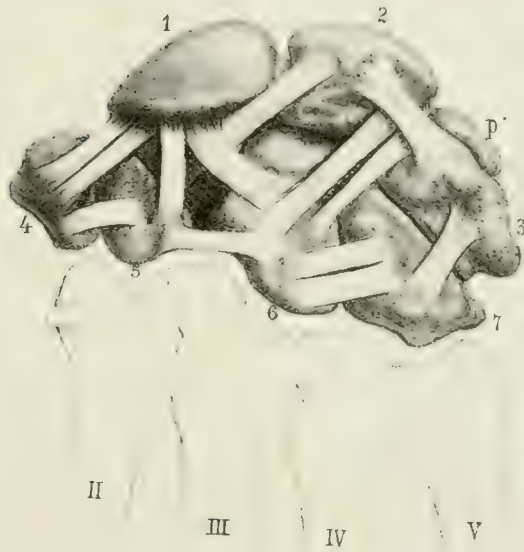
Legamenti profondi del carpo umano

Faccia dorsale.

1) scafoide — 2) lunato — 3) piramidale — 4) trapezio — 5) trapezoide — 6) capitato — 7) uncinato — p) pisiforme.

II — III — IV — V) secondo, terzo, quarto, quinto metacarpo.

II.

O. Nanni lit.° Contoli dis.° Lit. G Wenk.

Le faccie di contatto sono ricoperte di cartilagini sopra tutta l'estensione che non è occupata dai legamenti interossei (1). Queste cartilagini formano uno strato liscio e levigato, molto elastico, e moltissimo resistente. Conservano la loro morbidezza e le altre proprie qualità fino nell' età più avanzata, senza mai ossificarsi. Si chiamano per questo *cartilagini permanenti*, le quali sempre lubrificate da un umore liquido, untuoso, e viscoso trasudato dalle sinoviali, facilitano lo scivolamento di una superficie sull' altra (2).

Vi sono infine i legamenti interossei impiantati in certe porzioni delle superficie attigue. Questi fruiscono di una notevole estensibilità; e sono compressibili ed elastici.

Le molte ossa del carpo sono dunque riunite in un solo pezzo per un triplice apparecchio di legamenti dorsali palmari e interossei, reso poi completo sopra ciascun lato dai legamenti laterali (3); e le ossa stesse sono in reciproco contatto, mediante le superfici coperte di una sostanza sempre morbida, compressibile, scivolante ed elastica. Siffatta disposizione di parti, sta-

(1) Si vegga Bourgery, pag. 142 ecc.

(2) Veggansi le belle osservazioni di Cruveilhier risguardanti le cartilagini articolari. — *Traité d' Anatom. descript.* T. 1.° pag. 361 e seguenti.

(3) Bourgery. *Anat. descript*, pag. 172.

bile e al tempo stesso sempre in azione, importa degli effetti, de' quali conviene tenere conto. Codesti effetti sono: 1.° la stabilità della forma generale e la conservazione della sua regolarità nella piastra ossea, quantunque sottostia a sforzi violenti: 2.° la più grande tenacità opposta agli stessi sforzi, in causa della grande tenacità dei legamenti esterni, e della robusta loro inserzione sulle ossa: 3.° una flessibilità oscura della piastra carpiana, prodotta sia dai movimenti limitatissimi degli elementi ossei fra loro, sia per compressibilità delle cartilagini e dei legamenti interossei, ed infine per la lubricità delle faccie umettate dall' umore sinoviale (1).

In causa di questo meccanismo, qui considerato soltanto nella sua generalità, vediamo sorgere nella piastra carpiana una certa flessibilità, e nel medesimo tempo una grande tenacità. Si direbbe che per l' interposizione delle falde cartilaginee elastiche fra i pezzi

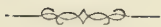
(1) Queste vedute di complesso sono confermate dal passo seguente del Giraud Teulon, che qui riportiamo affine di meglio chiarire il nostro argomento, benchè esso si riferisca alle estremità posteriori: « La natura aveva necessariamente conosciuto l' obbligo di stendere o all' innanzi o all' indietro la base di sopporto dell' uomo. Se l' avesse fatta mediante un osso solo, la esponeva evidentemente ad essere spezzata al più piccolo urto, salvochè non le avesse dato un considerevole volume. Ma ancora in questo caso l' urto sostenuto da questo osso, in seguito di un salto o di una lieve caduta, avrebbe reagito aspramente sopra le leve superiori. Era dunque necessario collocare in quel luogo una serie di

carpiani, si hanno altrettanti elastici o molle in ciascun combaciamento delle facce. Allora tutto il carpo sarebbe un *meccanismo ad elastico;* e si troverebbe molto opportuno nel posto che occupa nel braccio, cioè un divisore ed un ammortizzatore dei colpi violenti fra l'azione e la resistenza.

Voi conoscete, o Signore, che se il carpo è realmente un *meccanismo ad elastico,* agirà nel suo posto secondo una perfetta regola di meccanica. Allora sarà sempre lo stesso principio che ci accompagna nella nostra esplorazione: la *necessità meccanica,* che non poteva permettere una estremità umana senza questo moderatore posto convenientemente, cioè il carpo. Che dico mai? La stessa necessità non poteva permettere che nessuna estremità esposta alla possibilità di sforzi repentini, fosse priva di questo moderatore. Aspettiamoci

ossa e di articolazioni che permettessero una decomposizione delle resistenze in tensioni, secondo i legamenti e le pressioni sopra le parti solide. La forma a vòlta realizza questo prezioso vantaggio. Lo sforzo verticale che tendesse a disgiungerla, si estenderebbe allora sui legamenti orizzontali destinati a mantenere la vôlta. Potrebbe in questo modo essere vinta una violenza ancora considerevole. La resistenza dei legamenti alla lacerazione, e delle ossa cubiche alla rottura, è diffatti molto più potente della resistenza alla rottura che può presentare un osso lungo, premuto perpendicolarmente alla sua lunghezza. » Giraud Teulon. *Principes de mécanique animale.* Paris, 1858, pag. 35.

dunque di trovare un tale moderatore, oltre che nell'uomo, ancora in altri animali.

Affine di meglio conoscere la natura del carpo, esaminiamo partitamente le facce di contatto, o con più esattezza parlando, le *facce di scivolamento.*

FACCE DI SCIVOLAMENTO

Il fondamento della azione propria dei pezzi carpiani è collocato nelle facce di combaciamento di un pezzo sull' altro. È vero che alcuni anatomici hanno detto che queste facce, eccettuate quelle che servono alla articolazione endocarpiana, sono quasi piane (1); oppure non offrono un grande interesse. Ma bisogna pur convenire che, a quanto sembra, queste ossa del carpo non sono state sempre osservate con sufficiente attenzione.

Diffatti le facce di contatto o combacianti non sono mai piane, come neppure di una curva uniforme. Queste facce presentano sempre leggere gibbosità o sporgenze che si alternano con leggere concavità, e solchi ottusi con creste smussate (2). La faccia del trapezio

(1) Meyer. *Traité d'Anatomie*, pag. 128. — Sappey. *Traité d'Anatomie*, pag. 107.

(2) Ecco la descrizione data da Bourgery delle facce ondulate di scivolamento. « Composte di faccette adiacenti alternativamente convesse e concave in senso opposto, ma nelle quali il rialzo o l' incavo sono poco manifesti, esse si combaciano e si contengono

per esempio che si annette a quella del trapezoide è un parallelogrammo (1) obliquo, ed un poco irregolare ne' suoi contorni (2): sopra codesta faccia si può discernere una convessità che cammina lungo la diagonale *a, b,* ed una seconda convessità più piccola sulla diagonale *c, d.* I quattro angoli del parallelogrammo, o le estremità delle diagonali, sono dunque gradatamente a due a due più depresse che il mezzo, il quale è alla sua

a vicenda » pag. 142. « Tutte le ossa del carpo, dice Bertin, e le basi di quelle del metacarpo, nei diversi sforzi che facciamo o sosteniamo colla mano, eseguiscono dei piccoli spostamenti le une sulle altre, in grazia delle faccette levigate di che sono coperte, e ci danno la facoltà di modellare la figura della nostra mano sulla figura dei corpi che afferriamo o respingiamo da noi. » Bertin. *Ostéologie,* T. 3, pag. 384.

(1) In queste descrizioni si considerano le ossa ricoperte dalle cartilagini.

(2) Si vegga la Tavola III.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA III.

Facce di scivolamento di alcune ossa del carpo umano

Fig. 1. Faccia di contatto del trapezio col trapezoide *(doppia grandezza).*
» 2. Sezione della medesima faccia secondo la diagonale *a. b.*
» 3. Faccia di contatto del piramidale coll' uncinato.
» 4. Sezione della medesima secondo la linea *a. b.*
» 5. Faccia di contatto dell' uncinato col piramidale, posizione verticale.
» 6. la medesima in posizione rovesciata.
» 7. 8. Facce schematiche di scivolamento.

D Nannini lit.^{e} Contoli dis.^{o} Lit. G Wenk

volta inegualmente convesso. Le depressioni del pari che le convessità non sono tanto pronunziate; epperò la superficie più propriamente sembra ondulata, ma liscia e levigata quando è coperta della sua cartilagine (1).

Se io passo alla osservazione della faccia di contiguità del piramidale coll' uncinato, veggo che non è piana, ma che una leggiera concavità contôrta a spirale scende dall' alto al basso, circondata da una convessità che pur essa si stende a chiocciola. Può dirsi che essa è elicoidale; e codesta forma è svolta con tutta regolarità secondo la lunghezza dell' osso (2).

Qualunque sia la sezione che s' immagini praticata perpendicolarmente su di questa superficie, o su quella del trapezio, non si giunge mai a trovare una linea retta; è sempre una linea ondulata, ma dappertutto ondulata diversamente (3). E quantunque le concavità e le convessità siano distinte e molto sensibili, pur tuttavia si passa molto dolcemente da una parte rilevata

(1) La superficie del trapezoide che tocca quella del capitato, ha la forma di un segmento di circolo, interposto alle due parti più aperte e piane. A questa concavità corrisponde esattamente la convessità presentata dal capitato. A qualunque piccolo movimento delle due ossa, le curve non si corrispondono più, ed obbligano i legamenti ad una tensione in causa della ripulsione mutua delle due superfici.

(2) Tavola III. fig. 3.

(3) Tavola III. fig. 4 e 2.

all'altra depressa senza rapida salita, o forte discesa; e la cartilagine presenta sempre le medesime forme dell' osso, addolcite però dalla loro supeficie unita, liscia e levigata.

Non mi posso qui occupare della completa e minuta descrizione di queste facce di contiguità, nè di quelle degli altri pezzi carpiani, nè risalire fino alla completa analisi di una sola faccia di scivolamento. Sarebbe questa una ricerca di meccanica superiore, a cui non basterebbero le cognizioni che ho. Ma per quanto riguarda le due facce opposte a quelle sopra indicate, l' una delle quali appartiene al trapezoide, e l' altra all' uncinato, la loro descrizione si compie in una sola parola, dicendo che sono modellate perfettamente sulle facce opposte. Ad ogni convessità dell' una corrisponde diffatti la concavità dell' altra, e si combaciano in ogni punto; inoltre le cavità sono dello stesso grado che le opposte convessità; sono facce di ricezione, che si combaciano per ogni dove. E quasi potrebbe dirsi che esiste qui la rispondenza della medaglia al conio.

Quando due pezzi carpiani sono rispettivamente al loro posto, è chiaro che ciascuna protuberanza giace nella cavità corrispondente. Ma è chiaro altresì che avvi un sol punto, un posto solo, secondo il quale ogni cosa è bene assettata. Aiutiamoci con un esempio. Io suppongo due tavole di legno, o di qualsiasi altra sostanza, sopra una delle quali vi siano tre bottoni ri-

levati a diverse distanze e non in linea; e sull'altra, tre cavità che perfettamente ai primi rialzi corrispondano (1). Se io colloco la seconda tavola sulla prima in modo che il punto *à* dell' una corrisponde al punto *a* dell'altra, ciascun bottone entrerà nella sua rispettiva cavità, le due tavole si tocheranno sopra ciascun punto, e si potrà dire che le due facce si combaciano dappertutto. Inoltre in causa della costruzione supposta, siccome il punto *a* corrisponde all'*a'* dell'altra, così del pari i punti *b*, *c*, ecc. corrisponderanno agli altri *b'*, *c'* ecc. e le due tavole saranno disposte in simmetria l'una sull'altra.

Supponiamo per converso che girando una delle due tavole, il punto *b'* risponda al punto *a*; e i bottoni non troveranno più le cavità per entrarvi, nè le due tavole si combaceranno più colle rispettive superfici. Si può ripetere questo stesso ragionamento per tutti gli infiniti punti di combinazione delle due tavole. Non vi ha dunque che un sol punto di combinazione, un solo possibile collocamento delle due superfici. In codesta condizione esse sono chiuse, sono a contatto, ed i loro margini sono orientati. In tutte le altre combinazioni sono socchiuse (*béantes*) e discoste.

Le superfici dunque dell'uncinato col piramidale, quelle del trapezoide col trapezio ecc. essendo superfici

(1) Tavola III. fig. 7, e 8.

reciprocamente concavo-convesse, a convessità non ordinate in linea, non hanno che una sola posizione di combaciamento; e in tutte le altre posizioni rimangono succhiuse o semiaperte.

Le convessità delle facce intercarpiane sono, come abbiamo già detto, pochissimo rilevate, ed in qualche caso sono piuttosto superfici contôrte, ondulazioni leggere le quali non permettono certo il combaciamento di una faccia colla sua opposta che in un solo collocamento, ma consentono tuttavia che una convessità possa uscire o scivolare fuori della sua concavità rispettiva, permettendo alle due ossa di eseguire alcuni piccoli spostamenti l' uno sull' altro. Merita speciale attenzione questo fatto: che cioè avviene per la forma stessa di ciascuna faccia, che al menomo spostamento, occasionato dai movimenti che altrove esamineremo, la convessità di una faccia non può uscire dal fondo della cavità ov' era contenuta, senza salire sul clivo della convessità, ossia sulla gobba della faccia opposta. Ora o le ossa del carpo si trovano collocate al proprio posto, ed allora ciascuna parte protuberante delle loro facce è incastonata nella sua cavità di rincontro, essendo perciò le facce a contatto e perfettamente chiuse; ovvero la gobba uscendo dalla sua cavità comincia a salire sulla convessità della sua opposta, ed in tal caso le superfici per necessità si respingono scambievolmente e addivengono semiaperte.

Bisogna bene notare qui che la distanza risultante

da questa ripulsione, per quanto sia piccola, trovasi in contrasto colla tensione dei legamenti esterni, e si effettua totalmente a scapito della compressione delle cartilagini (1).

(1) Credo che la supposizione di un piccolo meccanismo non sarà qui fuor di proposito, perchè può servire a farci comprendere la funzione o il congegno degli elementi del carpo.

Imaginiamoci una sfera vuota elastica, per esempio di caouthchuc; nella cui cavità si siano collocati tre o quattro pezzi solidi che lascino nel loro mezzo una cavità a sezione ovale. Se in questo vano si ponga una verga a testa parimenti ovale, e si giri questa verga, è evidente che i pezzi interni saranno rimossi e spostati l'uno dall'altro, e tenderanno a dilatare la sfera. Ma la torsione della verga trova un limite, appena chè la misura dell'elasticità delle pareti è giunta al suo termine. Fermato perciò il movimento della torsione della verga, ogni sforzo va a finire sulla tenacità delle pareti.

Questo meccanismo si può ancora migliorare. Si imagini la sfera circondata per ogni parte da corde inestendibili, se possibile fosse. Lo sforzo di dilatazione interna che noi abbiamo supposto prodursi per la torsione della verga ovale, reagisce in un modo diverso. È vero che tende sempre a produrre una dilatazione delle pareti elastiche; ma in realtà poi, essendo le pareti elastiche circondate da corde, supposte inestendibili, lo sforzo produce una vera compressione delle pareti elastiche contro le corde esterne. Se queste corde sono abbastanza robuste, possono superare ogni violenza ed estinguere e reprimere ogni sforzo, per quanto suppongasi violento.

La intensità, o l'asprezza del colpo va dunque a morire finalmente sulle corde esterne.

Questo ultimo caso è il perfetto corrispondente del meccanismo del carpo. Ogni spostamento degli elementi ossei, come abbiam detto, produce un allontanamento, o una deiscenza dei pezzi solidi.

Facendo combaciare le facce corrispondenti dell' uncinato e del piramidale, io le ho viste perfettamente a contatto. Di poi ho spostato mediante un piccolo movimento rotatorio i due sunnominati pezzi del carpo, e tosto che le due facce hanno incominciato a spostarsi, risalendo l' una protuberanza sull' altra opposta, si è prodotto un piccolo *hiatus* fra le due facce; *hiatus* che non si chiude più, se non quando ciascuna parte sia ritornata al suo posto primiero.

Le parti rialzate e quelle che sono depresse in ciascuna faccia, in tesi generale sono distribuite in modo, che se uno sforzo tende a cangiare i loro rapporti, queste protuberanze agiscono facendo allontanare le due facce; e se lo sforzo continuasse con intensità, ne risulterebbe infine che ogni protuberanza, ogni parte rialzata troverebbesi collocata al vertice delle protuberanze dell' opposta faccia. Il che peraltro non è possibile nel carpo umano, eccetto i casi estremi di lussazione.

Studiamo ora che cosa accadrebbe, se nelle ossa del carpo si avesse una costruzione diversa da quella che si ha difatti. Supponiamo che i legamenti esterni sieno del tutto inestendibili, e perfettamente tesi, e che le

Le corde esterne, o i legamenti, oppongono un saldo limite ad ogni movimento; ma fra le ossa del carpo, ed i legamenti vi hanno *pareti compressibili,* cioè le cartilagini. Infine la violenza degli sforzi va a cadere sulla tenacità delle corde.

due facce per esempio del trapezio e del trapezoide sieno facce ossee vale a dire incompressibili. In tal caso sarebbe impossibile ogni movimento ed ogni spostamento dei pezzi. Esso sarebbe un meccanismo di pezzi ingranati reciprocamenti e chiusi. Ma, come ognun sa, una falda cartilaginea elastica ricopre per ogni dove le due superfici. Nella occasione pertanto di un movimento dei pezzi carpiani, qual che ne sia la direzione, le parti elastiche interposte (cartilagini e legamenti interossei) entrano allora in funzione; subiscono una compressione che alle parti protuberanti di una faccia permette di uscire per poco che sia dalla sua cavità corrispondente e di acconsentire al movimento delle due facce. La protuberanza uscendo dalla sua cavità, tosto ascende sul pendio di una convessità della faccia opposta; le due facce vengono respinte scambievolmente, ed ogni resistenza ricade sui fasci legamentosi.

Dalla esposizione delle quali cose resta chiarito, a mio avviso, come sia principalmente sotto l'influenza di possenti sforzi che hanno luogo gli effetti sopra indicati. I movimenti ordinari della mano come lo scrivere, ricamare, suonare il piano-forte ecc., non si traggono dietro in grado sensibile l'azione delle facce endocarpiane. Ove fosse altrimenti, il carpo fruirebbe di una eccessiva mobilità, che certamente volgerebbe in danno della forza e della precisione della mano. Il movimento dei pezzi carpiani l'uno sull'altro ha luogo allorquando si esplica una forza che rechi la compressione delle cartilagini. Questo avviene principalmente quando sieno im-

posti alla mano sforzi energici. In molte funzioni moderate della mano è bastevole la rigidità propria della piastra carpiana. Tale rigidità è determinata dalla resistenza delle cartilagini a lasciarsi comprimere; ma essa ha un breve termine. Al di là di questo incominciano gli sforzi energici e violenti, come ad esempio il girare una trivella od una chiave molto resistente. Allora la resistenza della piastra carpiana è costretta a manifestarsi, e somministra quanto è a lei possibile in grazia della compressibilità delle parti elastiche interposte agli elementi ossei del carpo.

In sostanza è un meccanismo ad elastici, ma entra specialmente in funzione negli sforzi supremi e straordinari. Se il carpo si vuol chiamare un *divisore* od istrumento per la decomposizione degli sforzi ed un *moderatore*, bisogna chiamarlo altresì un *freno*, ma un freno di grande portata. Quindi è che la mano spiega in questa parte fondamentale della sua costruzione, cioè nel carpo, una elasticità oscura, ma assai salutare quando essa soffra eccessive violenze.

I fenomeni che stiamo esaminando non sono che la parte passiva del meccanismo del carpo; giacchè l'azione che supponiamo è un'azione estrinseca, tendente a volgere, a mo' d'esempio, un pezzo del carpo su di un altro, comprimendo le cartilagini, e mettendo alla prova la tenacità dei legamenti. Ma c'è un'altra parte, la parte o funzione attiva, che è la vera proprietà delle *facce di scivolamento*.

L' ultimo termine a cui abbiamo lasciato le nostre ricerche su questi punti, è stato lo spostamento delle protuberanze di una faccia carpiana fuori della sua cavità, e la sua ascesa sulle parti salienti delle convessità della faccia opposta. In siffatta condizione, si hanno parti culminanti poste sur un pendio scivolante. In quella stessa maniera che queste salgono finchè agisce la forza esterna, così, tosto che cessi l' azione, ciascuna protuberanza viene ricondotta e rientra nella sua prima cavità.

Lo che del resto avviene molto facilmente. Rammentandoci che ciascuna faccia è ricoperta di una cartilagine, liscia e levigata, la cui superficie vellutata è perennemente spalmata dall' umore sinoviale, ben si vede non essere possibile tenere una parte convessa sopra un lubrico pendio, qualora la forza che l' ha sospinta in alto venga a cessare. Non dimentichiamo ancora l' elasticità delle cartilagini, che restano compresse quando ogni protuberanza sia spostata. Queste tre condizioni, l' elasticità delle cartilagini e dei legamenti interossei, la lubricità per l' umore untuoso sinoviale, e il cessare della forza che ha spostato, riconducono subitamente ogni punto al proprio posto e lo rimettono nel suo assetto naturale. La natura geometrica della superficie e la sua condizione elastica e scivolante richiamano ogni pezzo al proprio posto. Queste facce intercapiane che si sono chiamate *facce scivolanti*, potrebbero forse chiamarsi con termine più proprio facce di *ricollocamento*, perchè il primo effetto della loro conformazione è di

ricondurre al proprio posto i pezzi del carpo; di guisa che, quando è cessato uno sforzo, ogni parte trovasi di tratto ricollocata al suo posto (1).

Da ciò consegue un effetto importante ed immanchevole, quello cioè di ottenere una perfetta orientazione dei pezzi carpiani fra loro. Certi mestieri faticosissimi sottomettono quotidianamente la mano dell' operaio a sforzi sempre iterati. Fra i più volgari, come il falegname, il fabbro-ferraio, il guarda-freni, e molti altri, fanno eseguire alla loro mano contorsioni talmente gagliarde, che ben a ragione si può supporre che subiscano fortissime violenze in alcuno dei loro pezzi del carpo. Ora è presumibile che una ripetizione all' infinito delle stesse violenze sempre sui medesimi pezzi, potrebbe trarre lentamente fuori della propria sede qualcuna delle ossa del carpo, se le loro facce fossero piane. Ma ciò non può accadere, quando si hanno facce di richiamo o di scivolamento. Uno sforzo può ben mille volte spingere l' uncinato fuori del parallelismo col piramidale, ma per altrettante volte il pendio lubrificato della sua faccia di contatto riconduce tosto i due pezzi al loro più perfetto collocamento. Ho detto il più perfetto, perchè le due ossa vengono riunite assieme nella precisa posizione, nella quale ciascuna convessità è po-

(1) *Singula haec ossicula.... inaequalitatibus, foveis, ac prominentiis plurimis ornatae sunt.... et in propria sede coercentur.* Caldani. *Institutiones anat.* Vol. 1.° pag. 132.

sta nella propria concavità; esige ciò la lubricità delle facce, e sopratutto poi lo esigono le cartilagini, sempre tendenti a riprendere la loro abituale dilatazione (1). Dunque non avvi posizione possibile, tranne quella sola che è determinata dalla distribuzione *geometrica* delle parti rilevate colle concave.

Ecco le conseguenze che nascono da questa disposizione di cose. Il carpo dell' operaio ottuagenario può, dopo tante fatiche e tanti sforzi, essere così egualmente assettato come quello di un giovane di venti anni; ed una mano, quando anche sia affaticata da lungo lavoro, non sarà mai sformata, ed avrà ogni sua parte ben disposta, e che agisce a perfezione. Di che ognun vede come la mano abbia una probabilità di mille contro uno di conservarsi nel suo stato normale e perfettamente funzionante, ad onta delle numerose torture alle quali va soggetta.

Abbiamo qui indicato il primo effetto delle facce di scivolamento. Eccone un altro. Quando l' intera estremità (cioè il braccio, il carpo, e la mano) è sottoposta ad una violenta contorsione, i pezzi carpiani subiscono uno sforzo in diverse direzioni pel medesimo colpo. Supponiamo che uno sforzo tenda a smuovere o

(1) Questa dilatazione non può mai mancare, conciossiachè le cartilagini, come dice il Bourgery, sono in istato di *permanente elasticità*.

a spostare il capitato dal suo posto: da principio cede in causa della compressibilità delle sue cartilagini, ma non opera questo movimento senza reagire su tutte le facce delle ossa circostanti, quali il trapezoide e l'uncinato a' suoi lati, e lo scafoide ed il semilunato al di sopra. E reagisce sopra queste ossa in due modi: da prima per la repulsione delle facce operata pel sormontarsi delle protuberanze, e secondariamente per lo stiramento dei fasci legamentosi che congiungono un pezzo osseo cogli altri. Così quando il capitato agisce nella maniera qui detta sull' uncinato, questo non è certamente l' ultimo a risentire il colpo del primo sforzo. Anch' egli ha facce di contatto e di ricollocamento col piramidale, ed il piramidale col semilunato. D' altronde l'azione del capitato si fa sentire, come abbiam detto, sul trapezoide, e da questo sul trapezio, poscia sullo scafoide ecc. In fine ogni pezzo è in connessione coll' altro, e trascina il proprio vicino nella sua torsione; questo agisce del pari sull' altro che gli sta appresso, e così di seguito per tutti gli altri. Tutti i pezzi del carpo si tengono stretti reciprocamente mediante numerose striscie legamentose, di guisa che tutti i pezzi carpiani riuniti insieme formano del carpo una *rete* di fasci legamentosi, i quali sono messi all' opera di resistenza ogni qual volta entrino in funzione le facce di scivolamento o di ricollocamento (1).

(1) Ma una rete, che fosse formata solo di legamenti, mancherebbe di solidità nella sua forma generale, e della necessaria rigi-

Essendo dunque un pezzo carpiano messo in comunicazione con tutti gli altri, la resistenza ond' esso fruisce è la somma di tutte le resistenze dei pezzi del carpo, come del pari la sua cedevolezza è la somma di tutte le cedevolezze onde sono suscettivi i vari pezzi fra loro ecc.

Per cotal modo si comprende, come uno sforzo che cade sopra un pezzo del carpo sia condiviso da tutti gli altri; tutti cedono un poco, ma tutti altresì resistono; e l'azione di decomporre o attenuare gli sforzi e moderarli, è l'opera *solidale* di tutti insieme i pezzi del carpo.

Non v'ha dubbio certamente, che la forza o la solidità dei piccoli poliedri carpiani, presi partitamente, sia molto notevole; perchè, come si è veduto, tutto lo sforzo onde ciascuno è gravato, viene condiviso da tutti i membri della piccola famiglia ossea. Ma ciò che merita specialissima considerazione è, che una torsione applicata in questo modo sul carpo, si converte in uno

dità. L'associazione dei legamenti cogli elementi ossei somministra la rigidità e la tenacità. Essendo il carpo così composto, la sua forma fondamentale non è mai messa a pericolo di alterarsi, perchè le facce di ricollocamento rimettono geometricamente i pezzi ossei al loro posto.

Una sì fatta unione di parti presenta: 1.° incompressibilità, 2.° elasticità, 3.° movimenti intestini nella piastra carpiana in determinate direzioni.

stiramento di *corde legamentose* in molte direzioni. La resistenza del carpo allora è commensurata alla resistenza dei legamenti.

Ma i movimenti possibili fra i pezzi carpiani hanno i loro limiti, che a dir vero sono assai ristretti. Poichè ben presto giugne quel momento in cui la compressibilità molto circoscritta delle cartilagini, e la quasi inestensibilità dei legamenti, pongono un termine al movimento di una faccia sull' altra. L' ultimo ostacolo alla progressione di questo movimento proviene, come si vede, dalla resistenza di cui fruiscono i legamenti, per forma che ogni sforzo applicato ai pezzi ossei del carpo si converte in un violento stirarsi dei legamenti. L' asprezza dunque degli sforzi sopportati dalla mano o dal braccio va infine a sminuire, o diciam meglio, va a morire sui due sistemi non rigidi, cioè sulle *cartilagini* e sui *legamenti*. Essa si divide così sopra parecchi elastici. Ecco dunque la violenza di un colpo, trasferita contro l' elasticità e la tenacità dei tessuti che abbiamo indicati; lo che è ben altra cosa che se si facesse cadere il colpo o lo sforzo sopra una massa ossea (la piastra carpiana) supposta di un sol pezzo, ovvero di più pezzi senza elastico intermedio o senza interposizione di cuscinetti. Ma quando si hanno molti elementi ossei a facce ondulate, unificati con legamenti, e commessi insieme colla interposizione di cartilagini elastiche, si ha allora la stabilità di forma, e nel tempo stesso la flessibilità ed elasticità della piastra del carpo. Con ciò si è assicurati contra la deformazione della pia-

stra. Troppo nuocerebbe una deformazione alla forza ed alla resistenza della mano, come anche alla precisione de' suoi movimenti. Con questo meccanismo non vi è nulla a temere per la forma, per la stabilità, e per la tenacità. Qui c'è qualche cosa di paragonabile col meccanismo della colonna vertebrale, che essendo costituita di pezzi solidi alternati con altri elastici, vincolati da gagliardi legamenti, può fare movimenti dolci, ma nel tempo stesso di forza e resistenza superiore (1).

Il carpo *polimero* (2) ed a cuscinetti, è uno strumento eccellente per *decomporre, affievolire* e *addolcire* i colpi violenti che cadono sul braccio e sulla mano.

Sarà opportuno far qui notare, che un elastico di simil fatta sarebbe mal collocato tanto se fosse dinanzi alla tanaglia (le dita) quanto se fosse posto dietro il punto di azione (il braccio); la qual cosa è evidente.

(1) Qui si può registrare un fatto che credo sia bene venga conservato per la scienza. Una sbarra quadrata di ferro di m. 0, 02 di grossezza e di un metro di lunghezza chiudeva la porta di una stalla di campagna all'altezza di m. 0, 90 dal suolo. Un vitello di un anno, volendo uscire, si abbassò sotto la sbarra, ma spaventato dalle grida dei custodi, si alzò tosto premendo la sbarra colla schiena. E fu tale lo sforzo della sua colonna vertebrale, che fece piegare quella sbarra per m. 0, 09, senza riportarne in sè verun nocumento.

(2) πολυς molte, μερος parti.

Si è fatto un gran caso di trovar sempre il carpo nel mezzo e più precisamente di trovare le diverse parti ossee delle estremità sempre al medesimo posto (braccio, avambraccio, carpo, parte digitata) (1). Ecco qui, si è detto, una prova della *unità di piano*. Ebbene, dove mai vorrebbesi porre questa specie di molla elastica, qual è il carpo, se non nel mezzo?

Codesti ammirabili meccanismi che abbiamo descritti, mentre nelle indicate condizioni servono come un sistema a molla, servono altresì in circostanze diverse per aumentare la solidità del carpo. — Nel caso dei grandi sforzi, l'azione muscolare agisce stirando la mano sul carpo ed il carpo sull'avambraccio. Per cagione di questa pressione antero-posteriore alcuni dei pezzi del carpo si premono a vicenda. Allora le facce di contatto fra essi si chiudono, e quindi necessariamente addivengono immobili. Imperocchè le loro parti rilevate trovandosi collocate nelle rispettive cavità, costituiscono tante facce di ingranaggio premute ortogonalmente. Il trapezio stretto sul trapezoide è immobile, del pari che l'uncinato sul piramidale, e restano chiusi insieme. Altrettanto può dirsi di tutti gli altri, salvo poche eccezioni. Consegue da ciò, che sotto certe contrazioni tutti

(1) « Ciò che è costante, è il posto che tien un osso nella economia e l'ufficio che vi compie » (Goethe). — « Non si vedrà mai una trasposizione delle ossa del braccio.... » Darwin. *Origine* ecc., pag. 608.

i pezzi del carpo si fissano l'uno sull'altro per le facce di contatto, che sono più o meno ortogonali alla direzione della trazione muscolare. Se questo stiramento si fa nella direzione delle tre dita, per esempio del medio, del quarto, del mignolo, si vede che il *capitato* si chiude sull'*uncinato*, questo sul *piramidato*, e quest'ultimo sul *semilunato*. Da ciò proviene che una metà della piastra carpiana ha tutti i suoi elementi chiusi, e così viene accresciuta la sua solidità.

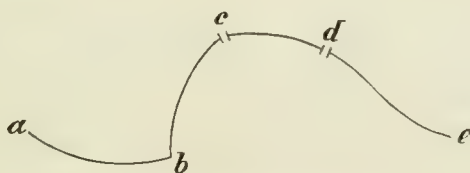
Ogni volta che si sviluppa un'azione muscolare per lottare contro uno sforzo, la stessa azione aumenta dunque la chiusura dei pezzi ossei. Così la contrazione muscolare che vince uno sforzo, accresce nel tempo istesso la solidità dello strumento medesimo, vale a dire del carpo e della mano.

Non anderò più oltre nell'esame generale del carpo, giacchè ben presto si passerebbe nell'alta sfera della meccanica superiore, dove io non potrei certamente avventurarmi. Ma quando si considera che le connessioni dei pezzi del carpo formano un laberinto di fessure orientate in quasi tutte le direzioni; che le cavità delle facce di contatto sono curvate o inflesse in mille maniere; che le convessità o gibbosità sono disposte altresì in diversi modi sulle diverse facce; che la direzione dei fasci legamentosi segue anch'essa delle linee intrecciate colla più grande varietà; ma che tutto questo presenta sempre la stessa disposizione in ogni mano dell'uomo, e, per quanto io sappia, il medesimo fatto

si ripete nelle differenti razze umane: si è condotti assai naturalmente a concludere, che nel carpo vi hanno facce modellate per qualunque bisogno della mano, in tutte le sue funzioni ed in ogni suo sforzo; e che hannovi altresì punti elastici e punti resistenti per rattemprare tutti i colpi violenti che s' incontrano nell' esercizio della mano.

Ma chi potrà farne il calcolo? Quanto a me, vi rinunzio. Peraltro non posso disconoscere che in tutto questo avvi una scienza ed un' arte elevatissima. Scienza ed arte, che hanno prodotto un ultimo risultato che ognun conosce, cioè la *perfezione della mano.*

ARTICOLAZIONE ENDOCARPIANA

Tutto ciò che abbiam detto finora si riferisce principalmente alle facce di scivolamento, che mettono a contatto i pezzi del carpo di una stessa serie, come ad esempio il *capitato* coll' *uncinato* o col *trapezoide* ecc. Ma le facce, mediante le quali una serie del carpo è a contatto coll' altra, fruiscono di una libertà molto più patente; e nel loro complesso formano ciò che chiamasi l' articolazione *carpo-carpiana*, o *endocarpiana*. La interlinea, descritta da questa articolazione, è irregolarissima.

Interlinea endocarpiana

Lo scafoide presenta da sè solo una faccia articolare *a, b*, al trapezio e al trapezoide, ed in parte alla testa del capitato *b, c*. La sua superficie più bassa *a, b*, è quasi uniformemente convessa, e su di lei possono muoversi le menzionate due ossa: il trapezio cioè e il trapezoide. Queste alla lor volta hanno le facce superiori

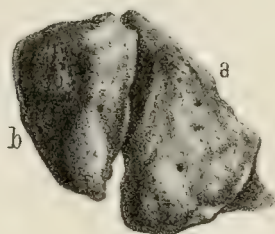
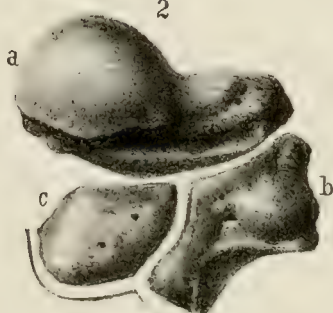
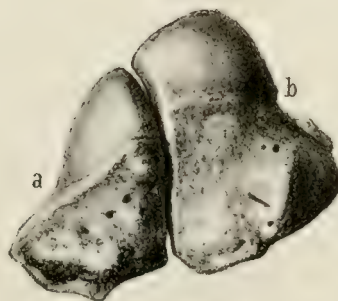
incavate in proporzione della convessità scafoidale, di guisa che, quand' anche le ossa siano in movimento dal di dietro all' avanti, non vi sono mai distanze tra una faccia e l'altra, ma rimangono sempre a contatto.

Poscia la linea ascende in *b*, *c*, quasi verticalmente. È sempre lo scafoide, che per un altra delle sue superficie unitamente al semilunato *c*, *d*, presenta un profondo incavo nel quale si va a collocare la testa del capitato, come perno nel suo foro. La stessa linea articolare discende ancora di bel nuovo in direzione obliqua fra il piramidale e l' uncinato *d*, *e*, ma qui, giudicando a prima giunta, avvi una vera faccia di scivolamento delle meglio e più fortemente modellate (1), e nel tempo istesso è una faccia capace di compiere movimenti articolari di qualche estensione, ma però in una direzione sola.

L' articolazione carpo-carpiana (2) secondo il Cruveilhier presenta tre parti distinte. Noi esporremo qui l' esame che egli ne fa. Una di queste è l' enartrosi, formata dalla testa del capitato coll' apofisi dell' unci-

(1) Tavola III. fig. 3, 4, 5 e 6.

(2) Questa articolazione comprende le seguenti superficie: 1.° dell'*uncinato*, sopra il piramidale. — 2.° del *capitato*, (la sua testa) sopra il semilunato. — 3.° del *trapezoide*, sullo scafoide. — 4.° del *trapezio*, sullo scafoide.

IV
1
a
b
2
a
b
c
3
b
a
O. Nannini lit.°
Contoli dis.°
Lit. G. Wenk

nato (1), un' altra al difuori è un' artrodia costituita dallo scafoide col trapezio e col trapezoide (2). Infine al di dentro un' altra artrodia composta dal piramidale coll' uncinato (3).

A questa articolazione si attribuiscono in generale movimenti molto spiccati dal di dietro all' avanti, e molto più estesi di quelli dall' innanzi all' indietro; ed assai poco per la torsione.

Esaminiamo particolarmente queste facce articolari.

Il trapezio e il trapezoide possono agire con molta libertà sulla convessità dello scafoide, per quanto i legamenti lo permettono. La testa pure del capitato può senza verun dubbio eseguire movimenti molto espliciti dall' indietro all' avanti. Ma non sembra possibile trovare analoghi movimenti fra l' osso piramidale e l' uncinato. Le facce di contatto fra queste due ossa non sono già, come han detto molti autori, facce piane; ma per contrario sono facce con ondulazioni marcatissime, con pro-

(1) Si vegga la Tavola IV. fig. 3.

(2) Tavola IV. fig. 2.

(3) Tavola IV. fig. 1.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA IV.

Rapporti di alcune ossa del carpo umano.

Fig. 1. *a.*) uncinato — *b.*) piramidale.

» 2. *a.*) scafoide — *b.*) trapezio — *c.*) trapezoide.

» 3. *a.*) uncinato — *b.*) capitato.

minenze e concavità, la cui disposizione dà una forma elicoide alle due superfici. La figura (1) di queste facce ci mostra che nel punto inferiore dell' osso piramidale vi è una prominenza tubercoliforme, ed un' altra più larga alla estremità dell' apofisi dell' uncinato. Il rimanente delle superfici è contorto per causa delle concavità più o meno leggere, che al tutto insieme danno una disposizione elicoide. Due cavità principali sono avvicinate in corrispondenza delle protuberanze, ed ambedue hanno una tal quale estensione. L' una rispetto all' altra è in direzione obliqua.

Con siffatta disposizione, le due facce sono perfettamente al loro posto ed esattamente a contatto, ogni qual volta ciascuna convessità trovisi giacente nella sua cavità rispettiva; ma per cagione di questa stessa disposizione delle parti, i movimenti di una faccia sull' altra non sóno possibili egualmente in ogni direzione; giacchè, quando in forza di uno spostamento, una parte rilevata sale sopra un' altra anch' essa rilevata, la corsa ben presto è arrestata dalla tensione dei legamenti. Ora non è possibile una corsa di qualche estensione, se non quando le protuberanze possano scivolare entro ad una conveniente cavità; come, per esempio, quando la protuberanza tubercoliforme del piramidale percorre la concavità che si trova dietro di essa nella faccia dell' uncinato, e così dicasi delle altre conves-

(1) Tavola III. fig. 3, 4, 5 e 6.

sità. Fuori di questi due casi, ogni altro movimento implica la salita di una prominenza sopra un' altra, e quindi la ripulsione o l'allontanamento delle due facce: e per conseguenza la immediata cessazione di qualsiasi movimento. Inoltre le protuberanze non possono percorrere la loro strada, che simultaneamente: poichè non si hanno due strade sopra una stessa linea; ma per contrario queste vie sono tali che la corsa si deve risolvere in un movimento di torsione di un osso sull'altro.

Da quanto abbiam detto si conosce, che queste facce sono essenzialmente scivolanti, o di *ricollocamento*, i cui movimenti non possono essere nella maggioranza dei casi, che cortissimi e ristrettissimi. È già molto se vi è una direzione, in cui i movimenti sieno più facili e meno ristretti.

Il risultato, al quale siamo giunti mediante questo esame, ci sembra che non si accordi colla idea di un movimento generale dell' articolazione endocarpiana dall'indietro all' avanti, o viceversa. In questa articolazione vi sono per contrario dei movimenti liberi dal lato pollicare, mentre dal lato interno sono molto circoscritti.

Riflettendo ora su queste disposizioni delle parti, si trova che il lato fornito di maggiore libertà essendo l' esterno, è quel lato in cui la mano presenta un' azione ed una forza molto più sviluppata. Tutti veggono

che non vi è confronto sostenibile fra una preensione fatta dal pollice coll'indice, e quella eseguita dal quarto dito e dal mignolo. Ma, come abbiamo già detto, là dal lato pollicare si ha il trapezio ed il trapezoide che sullo scafoide possono eseguire movimenti articolari di qualche estensione, mentre dal lato interno si trovano le facce elicoidi del piramidale e dell' uncinato, nelle quali sono possibili soltanto movimenti molto circoscritti.

Ne consegue che gli sforzi di una flessione, o di una violenta torsione, congiunti con una vigorosa presa, sono sopportati disugualmente dalle diverse parti dell' articolazione endocarpiana.

Ritornando ora sul nostro cammino sembra a prima giunta che la testa del capitato, essendo arrotondata dal di dietro all' avanti, possa permettere alla mano flessioni armoniche con quelle permesse dalla articolazione trapezio-scafoideana (1). Il che avverrebbe certamente, io credo, se l' articolazione endocarpiana fosse egualmente aperta da due lati. Ma poichè questa articolazione è limitatissima, come si è visto, ne' suoi movimenti dal lato interno; ben si comprende che una si fatta costruzione obbliga il capitato a girare in certo modo sul proprio asse maggiore. A questo movimento è condotto altresì dall' azione delle facce elicoidi del-

(1) Con questa differenza che le due convessità (la testa del capitato, e la faccia dello scafoide) sono sviluppate sopra raggi di diverse lunghezze.

l' uncinato ecc. Ciò posto, l' azione del capitato sarebbe cangiata d' assai, e rappresenterebbe in gran parte le funzioni delle facce di *ricollocamento* o di scivolamento piuttosto che quelle di un' articolazione trocleare o d' enartrosi.

D' altronde la testa superiore del capitato non è sferica, come è stato detto; nè manco, per la forma che porge nel suo insieme un po' tondeggiante, è paragonabile ad un perno capace di girare entro la sua cavità. Studiando un po' accuratamente la sua conformazione geometrica, si è condotti a risultati molto diversi. Perfino l' apparenza di un condilo oblungo si trova modificata di molto, dopo un accurato esame.

Diffatti la faccia esterna, mediante la quale giugne al fondo della cavità costeggiata dallo scafoide, è leggermente convessa, un poco piatta, ed obliqua. La convessità che presenta non è certo uniforme da per tutto, ma è più depressa dal lato supero-dorsale ed infero-palmare, e più rialzata nella parte supero-palmare, ed infero-dorsale. Con tali irregolarità essa può tuttavolta combaciare colla faccia opposta; ma dal momento che si muove, i punti rilevati salgono sui punti convessi dell' altra faccia, vicinissimi alle reciproche cavità. Per conseguente le convessità ricadono nelle concavità rispettive, e tutto ritorna al proprio posto. Questa faccia è un lato di ciò che chiamasi il condilo del capitato. Il piano verticale di questo condilo è obliquo relativamente

al piano verticale antero-posteriore dell'osso (1). La stessa superficie è ben lungi dallo svolgersi regolarmente, poichè i suoi margini salendo o discendendo in maniera diseguale, si trovano quasi sempre a differenti livelli. In fine il suo asse è inclinato in due sensi sul piano verticale antero-posteriore dell' osso. Il movimento dell' osso nella propria cavità non è dunque un movimento regolare ed uniforme d' inclinazione dal di dietro all' innanzi, come il moto di una troclea normale; ma è un movimento molto complesso, che partecipa senza alcun dubbio di una obliquità di torsione. Ciò è perfettamente in armonia di azione con quella della faccia elicoide dell' uncinato, a cui è unito fortemente il capitato in virtù dei legamenti esterni, pel legamento interosseo sviluppatissimo nella sua parte inferiore, e per le connessioni strettissime colle basi dei metacarpi. Sì numerose corde tutte tese, stabiliscono una specie di communanza di movimenti fra le due ossa (il capitato e l' uncinato), e l' uno trascina l' altro ne' movimenti proprii. Il capitato subisce l' influenza, o a meglio dire, è regolato ne' suoi movimenti dalle facce elicoidi di contatto del piramidale coll' uncinato.

Se d' altronde suppongasi un movimento di rotazione del capitato sul suo asse maggiore, si vede tosto nascere una ripulsione tra la faccia laterale esterna e quella costeggiante dello scafoide. Siffatta ripulsione

(1) Tavola v. fig. 2. *a-a'*, *b-b'*.

trasmette ogni sforzo sui legamenti circostanti, lo che ben presto fa cessare la ripulsione. Quanto alla faccia condiloidea, sembra che debba agire in concorso colla faccia o giuntura dell' uncinato-piramidale; ed allora la sua corsa viene arrestata dalla loro faccia elicoide.

È bene rammentare qui che la forma elicoide molto spiccata di queste facce del piramidale e dell' uncinato rimettono immediatamente tutte le parti al proprio posto. Inoltre si può domandare: in una operazione, come quella che abbiamo indicata, quali sono le facce del carpo, che per la solidarietà di tutti i pezzi della famiglia ossea carpiana non siano chiamati a funzionare (1)?

(1) Io non so se si potrebbe spiegare l'inflessione tanto sinuosa dell'interlinea articolare endocarpiana (quella che abbiamo in addietro raffigurata), senza risalire alla idea di un meccanismo di resistenza trasversale. Come abbiam detto, la leggera concavità del trapezoide, e la convessità della testa superiore del capitato, raffigurano due frazioni opposte di un perimetro di rotazione. Benchè le due frazioni siano disegnate sopra raggi di diverse lunghezze, sarebbero pur tuttavia assai bene in accordo fra loro per servire ai movimenti d' inclinazione della mano. Ma questo movimento non sarebbe riuscito men facile, qualora la faccia concava del trapezoide avesse continuata sopra il capitato e sull' uncinato ad uno stesso livello trasversale, in corrispondenza della faccia dello scafoide, supposta questa ancor protratta sul semilunato e sul piramidale, egualmente messa al medesimo livello. La faccia articolare che ne sarebbe conseguita avrebbe agito assai bene, se vuolsi, per la inclinazione ecc.; ma quale sicurezza avrebbe presentato contro a un colpo venuto di fianco? Per contrario la profonda introduzione

Volendo ora riassumere diciamo: l' articolazione endocarpiana è in gran parte un sistema di facce di scivolamento o di ricollocamento, destinato a regolare e ad attutire i colpi troppo violenti; sistema che permette inoltre alcuni movimenti più liberi alla parte più operosa e più gagliarda della mano, vale a dire alla sua regione pollicare: movimenti cioè di flessione, d'estensione, e sopra tutto di torsione.

---

del capitato nella cavità scafoido-lunare, stabilisce un perno irremovibile contro i colpi più violenti che provengono dall' interno, ed offre un appoggio a molla elicoide, mediante le facce dell' uncinato e del piramidale contro i colpi dal di fuori. L' articolazione endocarpiana foggiata di tal guisa, permette la inclinazione della mano, e nel tempo stesso oppone una viva resistenza ai colpi di fianco. Si hanno così in un solo istrumento due funzioni ben distinte. Veggasi Bichat. *Anat. descrip.* I. pag. 331.

SISTEMA POLLICARE

A meglio definire la sfera di libertà dei movimenti che appartengono propriamente alla articolazione carpo-carpiana, ho riputato opportuno entrare nelle considerazioni che passo ad esporre.

È cosa evidente che il trapezio ha da eseguire funzioni speciali risguardo al pollice. Allorquando la mano deve fare una presa robusta, bisogna che il pollice si spinga all'innanzi della palma in opposizione coll'indice. Il passaggio che fa il pollice dalla linea delle altre dita al mezzo incirca della palma, è di notevole estensione. Certamente per la libertà di movimento ond'è fornito il suo metacarpo, mediante l'articolazione a forma di sella sul trapezio, esso ha una importanza principale nello spostamento del pollice. Ma anche il trapezio non può rimanersi estraneo a questo genere di traslocamento del pollice. È chiaro, essere cosa necessaria, per quanto è possibile, che i diversi elementi costitutivi del pollice si trovino tutti sovraposti gli uni sugli altri per regolare e per resistere allo stiramento muscolare. Questa stessa forza di stiramento deve necessariamente seguire per quanto è possibile una linea retta; e non potrebbe

sviluppar bene la propria azione, se portandosi il primo metacarpo nel mezzo della palma, il trapezio non lo seguisse, ma si arrestasse immobile sulla faccia dorsale. Il trapezio dunque deve passare dalla sua posizione dorsale ad un' altra un po' più volare. E diffatti esso eseguisce questo passaggio molto felicemente sulla faccia convessa dello scafoide, che gli offre una notevole espansione articolare nella parte volare. Ma movendosi di tal guisa sulla faccia scafoidea, si muove a vantaggio speciale del pollice, e non per completare l'articolazione endocarpiana.

Lo stiramento muscolare che abbiamo menzionato a riguardo del trapezio, come altresì il sormontarsi l'un l'altro tutti i pezzi del pollice, trascina ancora alcune esigenze per riguardo dello scafoide: il qual osso è la doppia base del pollice (1). Direttamente in causa del suo gran *processus* esterno, che esso getta all' infuori a sostegno del trapezio, il quale costituisce il primo pezzo della colonna pollicare; indirettamente poi per la faccia che presenta al trapezoide, sul quale si appoggia il trapezio. Se comprimete un corpo mediante il pollice, lo sforzo passa sul trapezio, che alla sua volta lo trasmette sullo scafoide e sul trapezoide. Tutto ricade infine sullo scafoide. Ora se quest' osso rimanesse sempre fermo al suo posto, ovvero se costituisse un osso solo col lunato e col piramidale, non si potrebbe trovare

(1) Tavola v. fig. 3. *a*.

convenientemente in fila sul trapezio e sul suo metacarpo, quando questi sono passati verso il mezzo della palma per l'atto della preensione. Lo scafoide deve pur esso girare alcun poco all'avanti col suo grande *processus* esterno, onde portarsi sul trapezio, e conferire a rendere rettilinea il più che sia possibile la linea dello stiramento nella preensione pollicare. La qual cosa si può facilmente effettuare: poichè, disgiunto lo scafoide dal semilunato, scivolando sulla parte laterale della testa del capitato e sul trapezoide, può girare di costa e avanzare un poco verso la palma. Allora lo scafoide, congiunto colle altre ossa del pollice, imprime un movimento di mezza rotazione all'asse del pollice in guisa, che la faccia interna di questo va a riscontro della palma.

Il vantaggio di una divisione in più parti della base del pollice emerge da ciò, che ogni pezzo può alcun poco avanzarsi dal di dietro all'avanti, e mentre avanza ruota un poco dal difuori all'indentro in modo che la somma di tutte le piccole torsioni dà, per ultimo risultato il riscontro del pollice verso la palma.

Considerati per questo risguardo, e fuori dell'interesse e dei rapporti generali che hanno tutte le ossa del carpo, lo scafoide, il trapezio, il suo metacarpo colle loro falangi formano un *sistema meccanico* speciale, da cui risultano le funzioni del pollice. Questo piccolo sistema ha rapporti di connessione, di contatto, e di movimenti col capitato e col trapezoide, il quale si interpone colla sua parte cuneiforme.

Diffatti in questo caso può darsi ragione, s' io non mi inganno, della singolare interposizione di questo ultim' osso, cioè il trapezoide, fra il trapezio e lo scafoide. Per siffatta costruzione, il trapezio ne' suoi movimenti non perde il minimo de' suoi rapporti col trapezoide, che gli presenta una larga faccia curva e scivolante, attissima a permettere e regolare dal di dietro all' avanti i suoi movimenti. — Lo scafoide anch' esso, se scivola all' innanzi costeggiando il capitato, scivola altresì sul trapezoide senza mutare con questo i suoi rapporti. — Il trapezoide può scivolare sotto lo scafoide nella flessione, nella distensione e nella torsione della mano, come ancora lo scafoide può scivolare, unitamente al trapezio, sul trapezoide nel trasporto del pollice dal lato del dorso al davanti della mano. Il trapezoide quasi saldato col rimanente dell' articolazione carpo-metacarpiana, per le sue connessioni legamentose col capitato e coi metacarpi, e soprattutto per la sua inserzione fra i rami dei due metacarpi, si sta come un puntello, come uno sprone, in cui vanno ad agire, senza però spostarsi, le parti fondamentali del sistema osseo pollicare: lo scafoide cioè ed il trapezio.

Se non che, chi potrà mai seguire questa alta meccanica fino a' suoi ultimi risultati?

ARTICOLAZIONE CARPO-METACARPIANA

Non è possibile premunirsi abbastanza contro l'imbarrazzante impressione, che reca una inestricabile irregolarità presentataci dalla articolazione carpo-metacarpiana. Basta gettare l'occhio su questa interlinea articolare (1) per riconoscervi riunite parti prominenti e concave, superfici angolose rilevate e rientranti, superfici curve ed inclinate in ogni direzione, cosicchè presentano, come ha detto il Cruveilhier, una linea articolare estremamente sinuosa.

Ora è egli possibile orientarsi in mezzo a siffatto laberinto di forme?

Primieramente non sarebbe neppur necessario rammentare che la porzione della mano che esaminiamo, è composta di parti che sono vigorosamente riunite fra loro, e strettamente chiuse. Le tre ossa del carpo, cioè il trapezoide, il capitato, e l'uncinato, sono saldissimamente legate cogli ultimi quattro metacarpi, mediante legamenti interossei, altri legamenti esterni corti e tesi, ed infine mediante la costruzione meccanica stessa delle

(1) Tavola v. fig. 4.

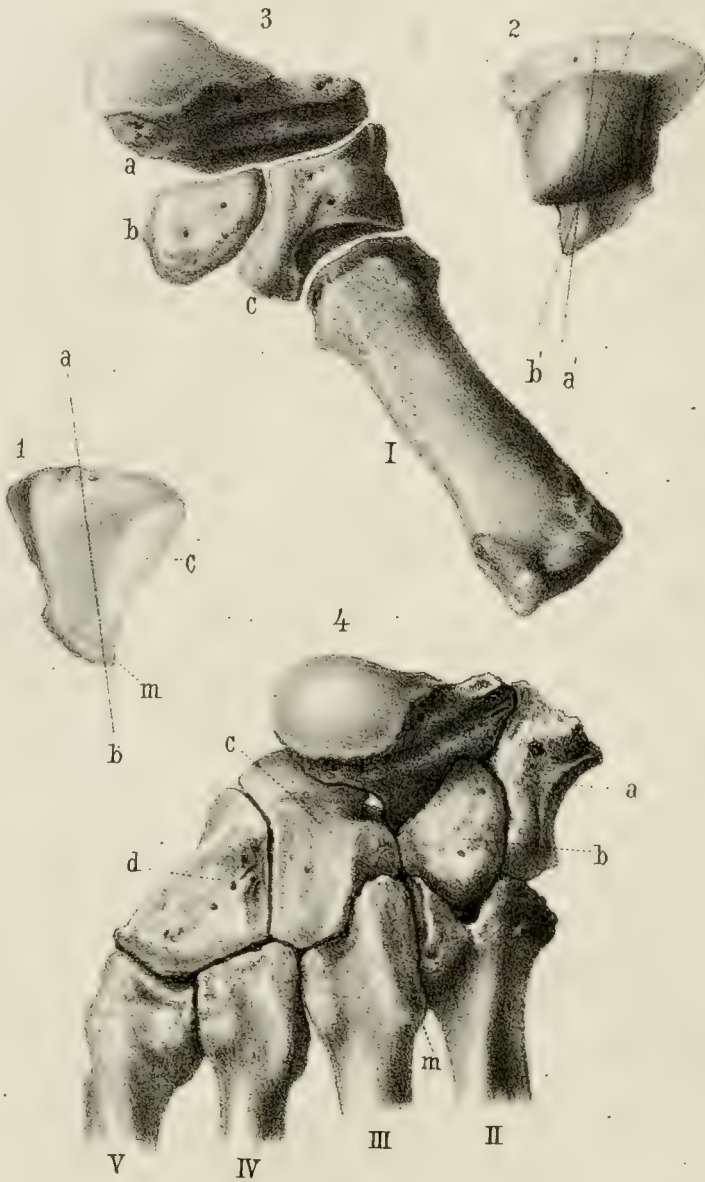
teste ossee carpo-carpiane. Aggiungasi che le quattro ossa del metacarpo (eccettuato quello del pollice) sono sì vigorosamente legate fra loro, che si trovano, può dirsi, saldate insieme per opera delle due specie di legamenti, onde abbiamo parlato più sopra. I signori Hyrtl e Meyer fra gli altri, osservano che le ossa, del metacarpo con quelle del deuto-carpo, sono unite così strettamente come se costituissero un medesimo tutto, o un pezzo solo. Queste idea di riunione e di insieme, come pure qualche altra osservazione che faremo più innanzi, ne conduce a considerare sotto certi risguardi la porzione *tetradattila* della mano come un sistema separato, a quella guisa che abbiam considerato separatamente il meccanismo o *sistema pollicare* (1). È una idea teorica, che trovasi però in atto pratico nella mano tetradattila delle scimmie mancati di pollice. Questo *sistema tetradattilo* che abbiamo indicato, ha il suo centro d'appoggio nel capitato co' suoi contrafforti ai due lati, l'uno dei quali nell'interno (la faccia elicoide (2) dell'uncinato), e l'altro (3) all'esterno sullo scafoide (la faccia concava del trapezoide).

Ora nel metter mano al nostro soggetto diremo in tesi generale (cosa ch'io credo non richiegga una di-

(1) D'altronde è una divisione già addottata in anatomia: vale a dire, una parte *esterna* o *pollicare*, il pollice; ed una *interna* o *digitale* composta dalle quattro dita (Bourgery).

(2) Tavola III. fig. 5, 6. — Tavola IV. fig. 3. *a*.

(3) Tavola IV. fig. 2. *c*.

O. Nannini lit. Contoli dis.[t] Lit. G. Wenk.

mostrazione), che il giuoco delle parti alternativamente rialzate e rientranti, come quelle che si veggono nell'interlinea articolare carpo-metacarpiana dell'uomo, costituisce un ingranaggio, il quale può all'occasione opporre una resistenza insuperabile contro i colpi laterali (1).

Supponete un colpo vibrato colla lancia, ovvero un combattimento colla baionetta. Il colpo agisce sul carpo al lato radiale, vale a dire dal di fuori all'indentro, ma non è possibile uno spostamento in questa direzione delle basi metacarpiane senza costringere l'in-

(1) Tavola v. fig. 4.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA V.

Rapporti del carpo umano col suo metacarpo.

Fig. 1. Base del capitato.
a-b) asse dorso-volare — *m*) punta sporgente al lato volare — *c*) faccia di sostegno pel metacarpo dell' indice.

Fig. 2. Capitato visto al disotto.
a-a') asse dorso volare o piano verticale antero-posteriore dell' osso — *b-b'*) piano verticale antero-posteriore della testa dell' osso.

Fig. 3. Sistema pollicare.
a) scafoide — *b*) trapezoide — *c*) trapezio — I) metacarpo del pollice.

Fig. 4. Articolazione carpo-metacarpiana.
a) trapezio — *b*) trapezoide — *c*) capitato — *d*) uncinato — *m*) *talus* dorso-esterno. — II, III, IV, V) secondo, terzo, quarto, quinto metacarpo.

dice a sormontare l' inforcatura, mediante la quale abbraccia il trapezoide (1), e senza costringere il dito medio a sormontare la protuberanza del capitato (2) per il suo *talus* dorso-esterno *m*, ecc.

Sostituite in sua vece, basi piane, ogni buon effetto è perduto e siffatta resistenza addiviene impossibile.

Certi problemi basta solo annunziarli per intenderli. A mio avviso eccone uno. Ma ve ne sono ancora degli altri. Una base triangolare come quella del metacarpo dell' indice (3), ovvero allungata come quella del dito medio (4), combaciandosi con altre superfici di una eguale estensione del deutocarpo, non possono fare a meno di presentare una base dilatata secondo il loro

(1) Tavola v. fig. 4. *b*. II.
(2) Tavola v. fig. 4. *c*. III.
(3) Tavola VI. fig. 2.
(4) Tavola VI. fig. 3.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VI.

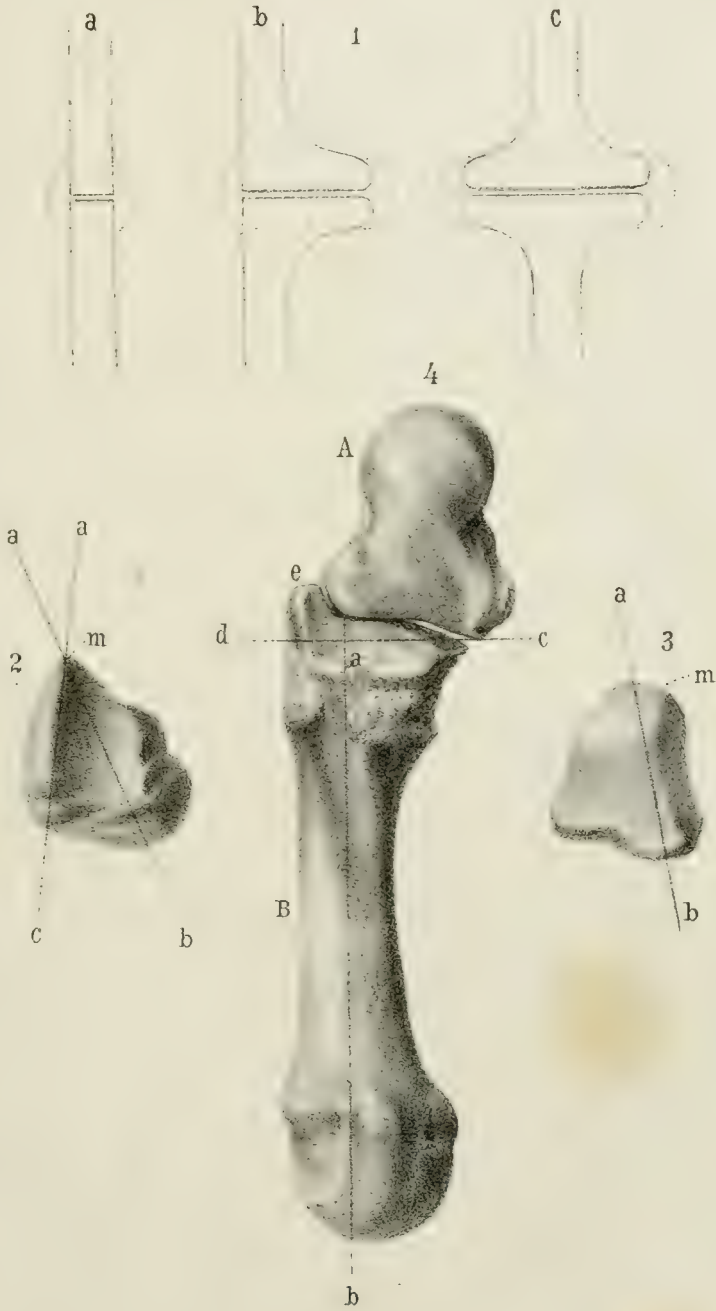
Rapporti del carpo umano col suo metacarpo (*seguito*).

Fig. 1. Basi teoriche — Figura schematica.

Fig. 2. Base del metacarpo dell' indice — *a-b* ed *a-c*) due assi di questa base — *m*) punta sporgente al lato volare.

Fig. 3. Base del metacarpo III, o del dito medio — *a-b*) asse maggiore di questa base.

Fig. 4. A) capitato — B) terzo metacarpo sulle loro basi — *a-b*) asse longitudinale del metacarpo — *c-d*) grand' asse della base del III. metacarpo — *e*) *talus* dorso-esterno del III. metacarpo.

O. Nannini lit.° Contoli dis.° Lit. G. Wenk.

maggior diametro *a-b* ed *a-c*. Si hanno allora i metacarpi dell' indice e del medio collocati su basi ben garantite contro le inclinazioni verso l' innanzi e verso l' indietro. Poichè una base, la cui estensione longitudinale *a-b* è quasi il terzo della lunghezza totale dell' osso, è una base proporzionatissima e assai bene acconcia a prevenire l' inclinazione dell' osso. Il che avviene sopra tutto quando si aggiunge una condizione fondamentale, vale a dire, quando le estremità di queste basi, o delle linee *a-b*, *a-c*, sono energicamente assicurate sull' opposto osso, mediante legamenti robusti e tesi. Allora si comprende tutta l' importanza di questo meccanismo, e si può descrivere in questi termini: quando l' asse di un osso cade sopra una base espansa in qualsivoglia senso, la base, nella direzione delle sue dilatazioni, resiste gagliardamente alle vacillazioni dell' osso.

Sostituite una base senza dilatazione al di là del diametro dell' osso nel suo mezzo, voi avete sottratto nove decimi di capacità all' osso per tenersi ritto, e resistere contro le forze che tenderebbero ad inclinarlo.

Per valutare interamente l' ufficio di queste disposizioni che si scorgono nel metacarpo umano, faccio l' ipotesi di tre casi successivi. Nel primo (1) suppongo due cilindri che si combaciano mediante basi non espanse.

(1) Tavola VI. fig. 1. *a*.

ma tenute strette reciprocamente per forza di due opposti legamenti. Nel secondo suppongo due cilindri, le cui basi sono prolungate sopra un lato solo (1), egualmente tenute strette da legamenti opposti. Infine nel terzo (2) immagino le due basi prolungate ai due lati, e sempre assicurate mediante corde terminali. Per tal modo il vantaggio di resistenza contro le declinazioni del secondo caso sul primo è evidente, come del pari il vantaggio del terzo caso sul secondo.

Frattanto se noi facciamo l' applicazione di queste considerazioni alla forma delle teste superiori metacarpiane, veggiamo come i metacarpi sieno premuniti contro le flessioni dall' innanzi all' indietro, e dall' indietro all' avanti. L' asse verticale del terzo metacarpo (3) posa sopra una base espansa, presentata dalla faccia inferiore del capitato. Il braccio (4) si avanza molto al lato volare in concorrenza col prolungamento tanto notevole del capitato (5). Questo metacarpo nella parte po-

(1) Tavola VI. fig. 1. *b*.

(2) Tavola VI. fig. 1. *c*.

(3) Tavola VI. fig. 4. *a-b*.

(4) Tavola VI. fig. 4. *a-c*.

(5) Tavola V. fig. 1. *m* e Tavola VI. fig. 4. *c*. In corrispondenza all' architettura delle facce articolari superiori del II. e del III. metacarpo le teste inferiori del trapezoide e del capitato si dilatano dall' indietro all' avanti. Il capitato è notevole sopratutto per la sua punta *c*, la quale molto si avanza al lato volare per raggiungere il

steriore ha un braccio a forma di apofisi (1) ripiegata in alto sopra il capitato. Nel che tanto pel suo insieme come per le sue funzioni si ha una base a doppia dilatazione. L' apofisi, vincolata che sia al capitato mediante legamenti, agisce all' incirca come un braccio orizzontale, ed offre una resistenza d' ordine superiore contro le flessioni volari e contro quelle di rovesciamento all' indietro. Sarebbe questo dunque il caso supposto in terzo luogo (2), con una differente costruzione. E tale costruzione adottata per la mano dell' uomo, ha questo grande vantaggio, che non fa sporgere il processo dorsale (3) fuori dal livello delle ossa che compongono il dorso della mano.

Il metacarpo dell' indice sta parimenti sulla base presentata dal trapezoide, che molto s' avanza dal lato volare. Ma questo metacarpo si appoggia ancora al fianco del capitato (4), e si avanza su di esso fino al suo punto *m* al lato volare. Con ciò questo metacarpo è assai ben provvisto per superare le due flessioni, l' una all' avanti, e l' altra all' indietro.

prolungamento della testa dei due metacarpi e nel medesimo tempo presenta al metacarpo dell' indice lunghesso il suo lato esterno una faccia depressa (Tavola v. fig. 1 *c.*), che serve di grande appoggio a questo stesso secondo metacarpo.

(1) Tavola vi. fig. 4. *e.*

(2) Tavola vi. fig. 1. *c.*

(3) Tavola vi. fig. 4. *e*, e Tavola v. fig. 4. *m.*

(4) Tavola v. fig. 1. *c.*

Ma la forza principale di questa costruzione proviene dalle corde legamentari collocate alle estremità. Qui tutto è disposto per opporre la più vigorosa resistenza possibile. Allora voi potete affidare alla mano in istato di pronazione l'innalzamento di un peso, comunque enorme, senza che però l'indice ed il medio cedano, inchinandosi verso il basso. Voi potrete altresì respingere un corpo colla massima violenza, senza che però queste medesime ossa si rovescino all'indietro. Codeste costruzioni, se non mi inganno, sono di evidente applicazione, e credo che sarebbe all'incirca lo stesso per tutte le altre dita, se di ciascuna si facesse un somigliante esame (1).

Proseguiamo dunque, e non dimentichiamo che mentre la mano resiste a questi sforzi, la resistenza dei pezzi carpiani e metacarpiani è accresciuta ancora per un'altra causa che agisce appunto in quell'istante. Se si considera lo scheletro della mano ricoperto de' suoi tendini ecc., si vede che l'azione dei muscoli depressori ed elevatori, i quali dall'avambraccio si stendono alle dita, ha per effetto di stirare in alto il metacarpo sopra il *deutocarpo*, e questo sul *protocarpo* (2). Nella circostanza, per esempio, di una energica presa, lo sti-

(1) Forse si dirà che queste osservazioni sono soverchiamente minute; ma la scienza non può rinunziare a ricerche molto accurate.

(2) *Protocarpo* la prima serie del carpo, *deutocarpo* la seconda serie.

ramento muscolare è al suo massimo grado, e in forza di questo stiramento le facce di un osso sono spinte con violenza contro le loro corrispondenti; allora si chiudono reciprocamente, rientrando le parti sporgenti nelle cavità. Le ineguaglianze, di cui sono irte, stabiliscono l'unione assai resistente dei pezzi. L'azione muscolare viene dunque in aiuto e rinforzo dell'azione dei legamenti; di guisa che, in fin de' conti, le ossa traggono la loro forza dalla forma stessa delle proprie superfici. Questo all'incirca è ciò che abbiamo visto dianzi per risguardo al carpo (1).

Con tali condizioni si produce nel metacarpo dell'indice tutta quella immobilità che gli proviene dal contrasto della sua faccia molto estesa e irregolare con quella del trapezoide e del capitato.

Forse questa stessa azione muscolare ci spiega la mancanza di contrasto osseo in direzione longitudinale, vale a dire d'alto in basso, ossia dalla mano alle dita. Vi mancano, a mo' d'esempio, parti dentate per opporsi ad uno sforzo che tendesse a far uscire il capitato dalla propria cavità, o che rimuovesse il terzo metacarpo dal suo contatto colla testa del capitato ecc., mentre poi si ha ad esuberanza ogni sorta di parti sporgenti e rientranti che si oppongono alla torsione, ed ai colpi laterali ecc. A tutto questo supplisce lo stiramento muscolare. Altrove abbiamo detto della influenza della trazione muscolare; basterà qui far notare che in atto pratico

(1) Vedi addietro pag. 90.

non si trova un solo meccanismo osseo capace di soccorrere i pezzi della mano ne' suoi stiramenti d' alto in basso (dal metacarpo al carpo). Ogni cosa qui è affidata alle parti molli, vale a dire ai legamenti, aiutati dalle corde muscolari (1). Probabilmente queste ultime rappresentano per sè stesse, la maggiore quantità della forza stirante. Ma allorquando la forza muscolare, la cui direzione è longitudinale, non potesse opporsi agli sforzi di torsione o di lateralità, veggonsi allora entrare in funzione le creste, le facce di ricollocamento ecc. dirette anch' esse dall' azione dei muscoli.

Le parti ossee rialzate e rientranti ecc. hanno per ufficio ancora di regolare l' azione muscolare; poichè queste corde nella loro flessibilità, dopo le deviazioni, debbono necessariamente venir collocate di bel nuovo al loro posto.

Spesse occasioni abbiamo avute di rammentare che ogni metacarpo è unito strettamente col suo vicino mediante legamenti interossei ed altri esterni numerosis-

(1) È stato preso da queste parti molli tuttociò che da esse può ricavarsi, cioè la resistenza contro gli stiramenti in direzione longitudinale. Ma queste stesse parti molli, legamenti e muscoli, non hanno veruna potenza di resistere agli sforzi in senso trasversale. E questa funzione è stata quindi affidata alle ossa, le quali colle loro parti sporgenti e rientranti, dominano egregiamente gli urti di lateralità.

simi e fortemente tesi. L'azione dunque delle ossa del metacarpo non è propria di ciascun pezzo preso separatamente, ma è un'azione comune e simultanea, di che facilmente si rileva, che le quattro ossa del metacarpo sono tutte solidali insieme nel loro agire; e lo sono del pari colle ossa carpiane della seconda serie, colle quali si mantengono fortemente intrecciate e strette. Ma c'è una conseguenza che discende da queste premesse, sulla quale è opportuno fissare la nostra attenzione. Questa si è che la intiera massa delle ossa di cui parliamo, prova gli effetti della conformazione particolare di ciascun pezzo. Ciò accade per esempio quando la intera mano è preservata dai colpi di fianco esterni mediante il *talus* dorsale dell'indice e per mezzo di quello del dito medio, ed è premunita contro gli sforzi di inclinazione per mezzo dei *talus* palmari delle stesse ossa ecc. Ne risultano due conseguenze: 1.° che le ossa del metacarpo possono per le loro basi presentare ciascuna in particolare, delle utili conformazioni ad usi determinati e speciali, proprii alla mano; 2.° che le funzioni essendo ripartite in questo modo sopra i diversi membri della famiglia metacarpiana, ciascun osso ha alcune forme soltanto da presentare, d'onde la varietà e l'*apparente irregolarità* della articolazione carpo-metacarpiana. Parmi ancora, che in virtù di resistenze sì numerose, ma distribuite su pezzi diversi, si è potuto salvare per ciascun pezzo alcuni minimi movimenti, la cui somma generale ha procurato a questa parte della

mano una elasticità, che ha il duplice carattere di resistenza elastica (1).

Io sono persuaso che dietro le osservazioni esposte si può già intravedere qualche applicazione delle leggi meccaniche, o per meglio dire, qualche ragione di *necessità meccanica* nella irregolarità apparente dell'interlinea articolare carpo-metacarpiana. Quel poco che abbiamo notato a tale risguardo sarà bastevole certamente a dimostrare che vi sono irregolarità, la cui ragione di essere sta nelle esigenze meccaniche di una mano che deve agire.

Oltre ai particolari testè notati, e che bisognerebbe moltiplicare ancora di più in ragione degli adattamenti speciali, un effetto generale si vede sorgere dalla unione dei pezzi carpiani e metacarpiani mercè le loro parti sporgenti e rientranti, le loro corde legamentari, le loro cartilagini ecc., è sempre la *forza elastica* che sostiene e domina per quanto è possibile i colpi violenti, e ne attenua l'asprezza. L'unione che tutti i

(1) Nell'interlinea articolare metacarpiana si ha una varietà di punti d'appoggio certamente maravigliosa, che proviene dalla varietà dei *talus* delle ossa metacarpiane e del deutocarpo, la quale varietà, presa in esame alquanto accurato, si mostra molto importante; sembra infatti che i punti di appoggio siano vari, molteplici e più pronunziati, laddove è più grande il bisogno di resistenza. Ne sia di esempio l'indice.

pezzi hanno fra loro è tale, che i loro movimenti sono estremamente oscuri. Da ciò proviene l'unità dello strumento preensile, cioè la mano, e nella *unità* la *forza;* ma l'istrumento essendo *polimero* ed a molla, non si ha soltanto la forza, ma ben anche l'*elasticità*.

Una interlinea così complicata come quella carpo-metacarpica, richiederebbe da noi maggiori considerazioni; ma ciò ne spingerebbe troppo oltre dall'argomento principale. Però codeste considerazioni avranno un posto più acconcio nella APPENDICE là dove analizzeremo i movimenti della mano, e dove si studierà la costruzione meccanica in rapporto colla funzione, vale a dire la causa a fronte dell'effetto.

III.

LE DITA

STUDIATE NELLA MANO DELL' UOMO

Per quanto riguarda le dita, vale a dire le falangi, poche considerazioni abbiamo a fare. La testa inferiore dei metacarpi, come quella delle falangi fra loro, gode di una grande mobilità postero-anteriore. Le singole aste che costituiscono le falangi possono inflettersi e così formare uncini, anelli, e tornare infine sui metacarpi colla loro punta estrema. Sono tanti uncini temporanei e a dimensioni variabili, impiantati sopra una base comune inflessibile, cioè sul metacarpo. Con ciò è bene assicurata la loro stabilità, e la lor forza di avvolgimento o di presa è commensurata alla forza dello stiramento muscolare. Altrove è stato esaminato il numero delle falangi, nel tempo istesso che si sono notate altre

particolarità risguardo alle dita (1). Un numero di falangi inferiore alle tre non offre sufficiente flessibilità da formare l'anello; e si vede altresì che sarebbe superfluo averne un numero maggiore.

Si potrebbe però dimandare: — La divisione quinaria della mano dell'uomo è un semplice vantaggio od anzi una necessità? — Tagliate un dito ad un uomo, e ben presto egli riconosce la necessità di ciò che gli manca; inoltre, se si potesse fare un accurato esame sui diversi movimenti che sono attribuiti alle dita, si conoscerebbe altresì che per eseguire o compiere un dato movimento è indispensabile avere il tale o il tal altro dito. Questi due argomenti o queste due ricerche si fanno una scambievole controlleria.

D' altronde questa forma quinaria onde termina l'arto deve ridursi alla sua base naturale, cioè all'avambraccio composto di due ossa. Ora nelle parti intermedie fra il metacarpo e l'avambraccio si ha un giuoco di riduzione del numero delle parti, ed una unificazione delle parti stesse. Questo io non dico per semplice motivo di curiosità; no, c'è molto di più. È una sintesi, una unificazione ascendente delle parti che compongono la mano, la quale serve in fin de' conti ad una concentrazione delle forze. Le cinque dita e i cinque metacarpi si appoggiano sui quattro pezzi del deutocarpo; questi si riferiscono a tre protocarpi portati poi dalle due ossa

(1) Si vegga addietro pag. 36.

dell'avambraccio sopra un solo omero (1). Lascio ai meccanici la cura di esaminare se la stessa forza e la stessa indipendenza fossero egualmente concesse alle cinque dita, qualora tutte fossero inserite sopra un osso solo e si articolassero direttamente sull'articolazione radio-ulnare.

Tuttavolta ritengo necessario notare di sfuggita, che se si inserisce un cilindro di vetro in un foro metallico, esso con un colpo si rompe facilmente; ma se per contrario si inserisce in un foro di cuoio, quel colpo stesso più non lo romperà. Perchè codesto? Perchè la prima base *resiste* rigidamente, e la seconda invece è *elastica*. Un metacarpo impiantato sopra un carpo di un pezzo solo, vi troverebbe una resistenza rigida; sopra un carpo *polimero* trova invece l'elasticità. Nel primo caso il metacarpo potrebbe rompersi d'un colpo; nel secondo sopporterebbe lo stesso colpo senza spezzarsi.

Diffatti se invece di supporre il terzo dito fisso col suo metacarpo sopra un carpo rigido di un pezzo solo, voi lo supponete inserito sul capitato, ne avrete migliorato d'assai le condizioni. Se il colpo che batte questo terzo metacarpo è un colpo di torsione, il capitato unito alle altre ossa del carpo, per mezzo di legamenti e cartilagini, viene a condividere lo sforzo sopportato dalle dita; una gran parte del colpo si propaga più ol-

(1) Tralascio il *pisiforme*, le cui funzioni sono di un ordine diverso da quelle che sono proprie al carpo.

tre, e va sul capitato, e dopo questo sui legamenti e sulle cartilagini. Lo sforzo passa dal sistema delle ossa a quello delle parti molli, vale a dire dei legamenti e delle cartilagini, che è un sistema elastico e di molta tenacità. La colonna digitale vi trova allora una base, che decompone, addolcisce e attenua le violenze e gli sforzi ai quali trovasi esposta; e così resiste a colpi, che non potrebbe sopportare sopra una base rigida.

Se avvi circostanza in cui l' unione della flessibilità colla resistenza sia necessaria, è senza dubbio quando si tratta della mano, e principalmente poi della divisione quinaria delle dita.

Ma la flessibilità e la stabilità o resistenza hanno le proprie regole allorquando si trovano associate. Quante volte vediamo nella natura la flessibilità accompagnare la resistenza e la stabilità! Uno dei mezzi da essa impiegati, è la graduale diminuzione della prima qualità, cioè la flessibilità, che cede il luogo ad una graduale resistenza. Un albero delle nostre campagne dalla straordinaria flessibilità de' suoi ultimi ramuscelli passa ad una mediocre flessibilità nei rami ovvero, diventa meno sensibile, e passa ad una resistenza più schietta e manifesta nei tronchi e nel fusto. Con ciò l' albero impiantato sulle sue radici resiste ai violenti colpi del vento. Ma se la forza del vento aumenta, e sopraffà la resistenza, l' albero ne viene spezzato.

Somiglianti condizioni vediamo riprodursi nella mano. Diffatti consideriamo che una colonna ossea non può

acquistare la flessibilità che a un patto solo; cioè, che sia divisa in molti tronchi, riuniti con legamenti, e che sia addolcito il loro contatto dalla compressibilità delle cartilagini. La colonna di un sol pezzo sarebbe fragile: i tronchi nol sono più. Nella mano si ha una graduale diminuzione per la limitazione dei movimenti ognora più ristretti nella regione metacarpo-carpiana. Ma la duplice facoltà di flessibilità e di resistenza giunge talvolta al suo termine, ed allora cessa. La colonna digitale resiste per la robustezza dei legamenti, per la inflessibilità delle ossa, e per la contrazione muscolare. Se la violenza di un colpo sopraffà questa resistenza, il dito ne va rotto o slogato.

Da ultimo la colonna digitale impiantata sul carpo *polimero,* conserva una cotale indipendenza; e gli sforzi che sopporta vanno a spegnersi e a perdersi nel laberinto dei pezzi carpiani, che sono più solidi e più ravvicinati fra loro.

Parmi dunque che si possa concludere, che la colonna digitale richiede una base di molti pezzi per assicurarle una resistenza elastica contro gli incredibili sforzi a cui va soggetta. Il che è indubbiamente vero per tutti quei casi, in cui si trova un disaccordo fra la robustezza delle dita e la forza e la proporzione dell'animale; vale a dire quando si hanno delle dita sottili in un animale grande e forte. Questo disaccordo o questa disposizione si trovano nella mano dell'uomo, e per

dirlo alla sfuggita, in quella di tutti gli animali che sono in somiglianti condizioni (come il cane, la tigre, l'orso, ecc.). Ma non tutti gli animali hanno egualmente le stesse condizioni.

Gli uccelli, a mo' d'esempio, non hanno alle loro estremità posteriori un apparecchio ad elastico od a molla. Le loro falangi sono fissate direttamente mediante una troclea sopra un unico pezzo, il metatarso: nulla cede nè ad una torsione, nè ad un colpo di fianco ecc. Le dita dell'aquila come quelle dei *parras* e della gallina, non hanno verun altro movimento, in quanto alle falangi, fuorchè il lineare, concesso loro dal giuoco della troclea. Come avviene ciò? Come è mai che la natura ha dimenticato qui ciò che abbiam visto sì accuratamente e rigorosamente osservato, un meccanismo cioè di molla od elastico, interposto fra la presa e la resistenza?

Torna opportuno il notare, che hannovi due modi di fornire la resistenza alle colonne digitali. L'uno si è di decomporre, e di attutire gli sforzi col dividerli sopra molti pezzi: ecco il carpo. L'altro si è di esagerare la forza dei pezzi resistenti in guisa tale, che possano superare incolumi i più grandi sforzi. Parmi che questo secondo mezzo sia quello che regola la costruzione delle parti digitali degli uccelli. Fra il dito dell'aquila e l'aquila stessa vi è diffatto la proporzione che si avrebbe se l'indice dell'uomo avesse una lun-

ghezza, e una grossezza quasi come il *radio* umano (1). Con tali dimensioni si possono ben mettere direttamente le articolazioni delle falangi sull' unico osso del tarso-metatarso, senza darsi briga che vi sia o no un elastico per raddolcire i colpi (2). Ma se una necessità ha dato all' uomo, alla scimmia, al cane, alla foca, dita di una estrema esilità rispetto al corpo di questi animali

(1) I calcoli, come si può ben capire, non sono qui presi che all' incirca. Dal vertice della testa del *Falco naevius* sino alle troclee digitali del tarso-metatarso si ha la distanza di m. 0, 77; le misure sono state prese sullo scheletro. Il diametro del suo indice è di m. 0, 01; la lunghezza dello stesso dito m. 0, 08. — Sull' altezza media dell' uomo di m. 1, 70, e seguendo le proporzioni sopra indicate, m. 0, 023 il diametro del dito, e m. 0, 17 la sua lunghezza.

(2) Nei mammiferi il carpo entra nella grande sua funzione allorquando essi fanno grandi sforzi; quando, per esempio, un bue, un cane, un cavallo ecc., dopo un salto, fermano repentinamente sulle loro quattro estremità la pesante massa del proprio corpo. Il piede degli uccelli non è soggetto a subire tali sforzi, perchè allorquando essi piombano sopra una preda, ovvero vanno a posarsi sulla terra cadendo dall' alto, sono aiutati dal volo. Senza dubbio è ben notevole, che quando un uccello giunge a terra, vi si posa senza la menoma scossa: le sue ali aperte lo portano sino ad una piccolissima distanza dal suolo, e così l' uccello arriva a toccarlo stendendo le sue zampe. Vedesi dunque che pel piede degli uccelli hanno luogo sforzi veri soltanto allorchè un uccello di rapina propriamente detto lotta con una vittima vivente che si dibatte. Ma per questo caso si sa in qual maniera è stata assicurata la resistenza delle dita.

e alla forza onde possono disporre; non vi è più altro modo da cercare, e bisogna ricorrere agli ammortizzatori, cioè al meccanismo del carpo. Se ne può far senza, qualora si diano alle dita proporzioni colossali.

Ma colle dita enormi, supposte or ora, quali sarebbero i lavori possibili per la mano dell' uomo?

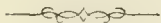
E dopo tali considerazioni potrà farsi ancora le maraviglie, se sempre e poi sempre si vede allo stesso posto il carpo, in tutti gli animali *a dita piccole?*

Se non che, abbandoniamo i nostri studi sulla mano dell' uomo, per passare allo studio comparativo della mano dei bruti. Ma prima di lasciarli, fissiam bene le nostre idee su questo primo punto. — Per confessione di tutti gli anatomici, e per quel poco che abbiam detto anche noi, veggonsi confermate le parole di Cruveilhier (1): che cioè la mano dell' uomo è un vero capolavoro di meccanica. In questa mano avvi un disegno accuratissimo, ed una perfetta esecuzione, poichè è eseguita secondo le leggi della dinamica. Ma è egualmente chiaro, che non potrebbesi costruirla diversamente da quella che ora è: ogni altra mano sarebbe imperfetta, o mancante, per risguardo alle funzioni affidate alla mano dell' uomo. — A quella guisa che fra due punti una sola linea retta è possibile, e che tra mille curve

(1) Cruveilhier, *Traité d' Anat.*, Tom. 1. pag. 264.

una sola ha le proprietà richieste ad un fine determinato; parimenti un solo disegno, una sola costruzione, una sola organizzazione è possibile sotto il dominio delle condizioni meccaniche per la mano dell' uomo.

Profitteremo altrove di quest' ultimo risultato.

Ora torno, o Signore, al mio punto di partenza. — *Mediante la dottrina degli atti di creazione indipendenti è dunque perfettamente spiegabile il piano di organismo della mano dell' uomo.* Questo non è tuttavolta che una piccola parte del problema messo innanzi da voi; e ci resta da esaminare se sia lo stesso per la zampa del gatto, per l'ala del pipistrello, e per la paletta della foca. Ma già la nostra via è aperta: già sono stabiliti alcuni principii generali, e la loro applicazione è egualmente logica per l'arto dell' uomo come per l' estremità dei bruti.

PARTE SECONDA

LA MANO DEI BRUTI

I.

GENERALITÀ

SULLA MANO DEI BRUTI

V' ha dei problemi che si direbbero inesauribili. Tale è senza dubbio lo studio della mano dell' uomo. Tutto ciò che se n' è detto dagli scienziati e tutto ciò che poc' anzi ho aggiunto io, è ancor lievissima cosa a fronte di quanto potrebbe, o meglio dovrebbe dirsi per esaurire l' argomento. Ciascun lo vede. Pertanto noi possiamo dichiarare, che sono appena abbozzate le prime linee di codesto problema, tanto profondo quanto ammirabile.

Tuttavolta con ciò che abbiamo esposto, si è pur progredito anche di un passo verso lo scopo a cui tendiamo; abbiamo posto cioè alcuni principii generali, la cui applicazione è egualmente logica, per riguardo alle estremità dell' uomo, e per riguardo a quelle del cane, della foca, del pipistrello ecc.

Per esempio, ogni volta che io trovo nell' arto anteriore di un mammifero tre parti, cioè omero, avambraccio, e mano, veggo che è sempre la perenne applicazione del principio generale di dinamica, vale a dire che ogni estremità di un animale destinata al suo movimento deve essere rappresentata da una verga spezzata composta di molti tronchi acconci a piegarsi gli uni sugli altri per angoli, all' uopo di permettere l' allungamento e l' accorciamento del braccio o della gamba. Dunque vi sarà sempre un omero, un avambraccio, una mano; la qual cosa potrà bensì da qualche dotto dirsi a suo talento *unità di piano,* ma nel linguaggio della scienza dee chiamarsi *uniformità di costruzione per necessità meccanica.*

Del pari in tesi generale, ogni qual volta si ha un organo da presa (parte digitata), o più generalmente, ogni qual volta si ha al termine di un arto una parte suscettibile di presentare una qualsiasi resistenza contro l' azione delle parti motrici superiori (braccio ed avambraccio); se io veggo un complesso di parti ossee capaci di dividere e di attenuare i colpi aspri, provenienti dall' antagonismo della forza colla resistenza; o a dir più breve, se io veggo un *carpo*: conosco essere tuttavia una necessità meccanica che ha ciò prodotto, e che non sarebbe immaginabile un arto suscettivo di eseguire una resistenza senza questo meccanismo a molla. Per tacere del cane che prende, la foca ed il pipistrello hanno pur essi da vincere delle resistenze

mediante l'ultima parte del loro arto. Un carpo, collocato precisamente fra la mano ed il braccio, è dunque reso necessario dappertutto.

Lo stesso ragionamento facciasi in risguardo alle parti digitate. Alcune leggi hanno regolato questa parte nell'uomo; e leggi del medesimo valore regolano la parte digitata per tutti gli animali, a seconda dei loro bisogni (1).

Dopo ciò non credo di dovermi più oltre occupare di queste questioni generali. Sono questioni risolte per ciascun caso individuale in cui abbiasi una ricorrenza delle medesime parti, nelle stesse disposizioni, e per le medesime funzioni. Ho detto di non dovermene più occupare, perchè resta dimostrato che nella dottrina degli atti di creazione indipendenti, *l'unità di piano* o *l'uniformità di architettura* già messe in vista ripetutamente nelle estremità dell'uomo, del cane, del pipistrello o della foca ecc.; sono dappertutto una ripetizione per *necessità meccanica*. Non si potrebbero scientificamente immaginare queste costruzioni senza includervi tutte queste parti integrali e fondamentali. Se si suppongono senza gli elementi di cotal fatta, ci troviamo al cospetto di questa alternativa: o l'*assurdo* o l'*impossibile*.

L'Huxley e i suoi dotti compagni si sono dunque

(1) Veggansi più innanzi agli articoli **Foca** e **Pipistrello** le forme digitali specializzate per codesti animali.

ingannati quando hanno sentenziato non essere scientifica la teoria delle *creazioni indipendenti.* Ognuno al presente è in grado di conoscere dopo le precedenti considerazioni, se un Creatore per quanto si voglia supporre indipendente, poteva essere dispensato dall' agire in armonia colle leggi fondamentali della natura attuale, o, come si dice, colle leggi che sono proprie del mondo fisico; le quali leggi formano il patrimonio e il fondamento della scienza. Nelle opere della natura c' è veramente un' alta scienza; ed appunto perchè avvi un' altissima scienza, alcune menti poco riflessive non hanno inteso tutta l' entità di codeste opere, e si sono smarriti in falsi concetti. Si può condonare ad essi l' errore: ma perchè hanno preteso di insegnare la loro dottrina come *la sola che gode di una consistenza scientifica?*

Considerando gli arti degli animali sotto l' aspetto della loro complicazione di struttura, si trovano punti oscuri che colpiscono la nostra attenzione. Quando vedesi la paletta della foca fornita di una composizione sì complicata, si domanda: — per qual ragione è stata usata una meccanica cotanto accurata per un istrumento sì grossolano ed inetto qual è un remo, se non è in causa della derivazione da una mano di ordine superiore? Non è chiaro che questa è una discendenza, un organismo abbassato fino all' infimo posto, ma che conserva pur sempre gli elementi costitutivi della sua alta origine?

Questo modo di parlare è troppo di sovente ripetuto: ma conviene stare sull' avvertita. Chi non si avvede che in sostanza l' obbiezione si riduce in ultimo alla seguente? — Se si dice che la mano della foca ha una struttura complicata, a motivo della sua derivazione da organismi superiori, e non perchè essa debba eseguire funzioni alla propria struttura corrispondenti; ciò vuol significare, che cotale formazione non è richiesta *intieramente* pel suo modo di agire, ovvero, in termini più espliciti, vorrebbe significare che vi hanno *parti inutili*.

Siffatto ragionamento, che a quanto parmi entra inevitabilmente ed esattamente nella sfera della teoria vostra, o Signore, contiene per avventura una estensione che certo non è entrata nelle vostre idee. Ma qualcuno potrebbe dire, spingendo la tesi fino alle sue ultime conseguenze, che a buoni conti nell' ala del pipistrello si trovano certe parti che stanno là come un fuor d' opera; parti cioè che non hanno ragione di esservi, e che non sono richieste nè dalla costruzione generale dell' organo, nè dall' agire del braccio stesso del pipistrello. Tale non è certamente, lo ripeto, il vostro pensiero: ma vi hanno conseguenze che sono inattese, e che non cessano però di essere logiche. Ora, se il fondo della questione che voi avete proposta si riduce in ultimo luogo a queste distrette, tornerà opportuno chiarire codesti punti oscuri, e indagare attentamente la costituzione delle estremità degli animali

che avete indicati; cioè il cane, il pipistrello e la foca. Bisogna spinger le ricerche più addentro che sia possibile, per vedere se c' è pure la convenienza, o meglio la necessità di tutte le parti che compongono una zampa.

Per soddisfare a questa esigenza, io conosco quanta sia la difficoltà dell' argomento a cui mi accingo; ma, debbo convenirne, l' esigenza è giusta. Chi potrà mai supporre diffatti che un carpo complicatissimo, nella dottrina degli atti di creazione indipendenti, debba essere la porzione obbligata della mano della foca, del cane ecc.? In qual modo persuadarsi, che un carpo assai complicato sia necessario all' ala di un pipistrello, mentre quella di un uccello ha sì scarsi elementi carpiani?

Mettendoci dunque sulla nostra via, farò convergere principalmente le mie considerazioni sul carpo, giacchè questa parte, a preferenza d' ogni altra può far nascere dubbi sulla attuale questione. Diffatti la necessità, ossia, la convenienza di due, di tre, di quattro dita, della loro lunghezza, della loro forma ecc., rispetto agli usi che ne fanno gli animali, si vede più manifestamente che non la necessità di un carpo di sei pezzi nel remo della foca, o di nove nella paletta della talpa. Dall' organismo della mano dell' Aye-Aye (1) si

(1) Si consultino le dotte illustrazioni fatte dall' Owen e dal Peters.

ha buon motivo di persuadersi della perfetta appropriazione degl' istrumenti digitati alla funzione, per soprasello di quei tanti preziosi esempi che voi, Signore, avete annoverati in attinenza alle appropriazioni generali (1). Può dirsi altrettanto all' incirca delle altre parti dell' arto, il braccio e l' avambraccio. Per contrario il carpo: in forza della moltitudine de' suoi elementi ossei, e per la oscurità della sua azione, lascia all' osservatore una grande incertezza. Esso dunque richiede una specialissima attenzione.

Non dimentichiamo che in tutti i vertebrati implumi, esclusi ben inteso i pesci, non sempre si ha un carpo composto di egual numero di pezzi. Le tavole date dal Gegenbaur (2) e la grande osteologia del Blainville mostrano dei carpi di otto pezzi nel *Lepus cuniculus*, sei nel formichiere, nove nella talpa, cinque nel tardigrado, sei nel gran pipistrello (*pteropus*), quattro nel cocodrillo del Nilo ecc. Si sa che nel maiale si hanno sette ossa carpiane, sei nei ruminanti, e sette nel cavallo. Da ciò veggiamo fin d' ora che nel carpo ci sono variazioni molti salienti, nel tempo stesso che c' è va-

(1) Si vegga Darwin. *Origine* ecc., pag. 6, pag. 96 ecc. Pertanto, giacchè si è detto che due delle dita del maiale sono superfluità, così sarà necessario occuparsi alcun poco di questo argomento, come di altre parti analoghe che sono state decisamente dichiarate *parti inutili*.

(2) Gegenbaur. *Untersuchungen zur Vergleichenden anatomie der Wirbelthiere*, Leipzig 1864.

rietà di funzione. Sono tanti disegni differenti, sono organismi specializzati per determinati adattamenti.

Se non che più importanti considerazioni ci attendono nell' esame delle estremità degli animali. Noi le svolgeremo dal punto di vista onde siamo partiti. Non potremo però attenerci semplicemente agli animali indicati da voi, o Signore; ma ci sarà mestieri esaminarne altri ancora.

II.

LA MANO

STUDIATA NELLA TIGRE E NEL CANE

TIGRE

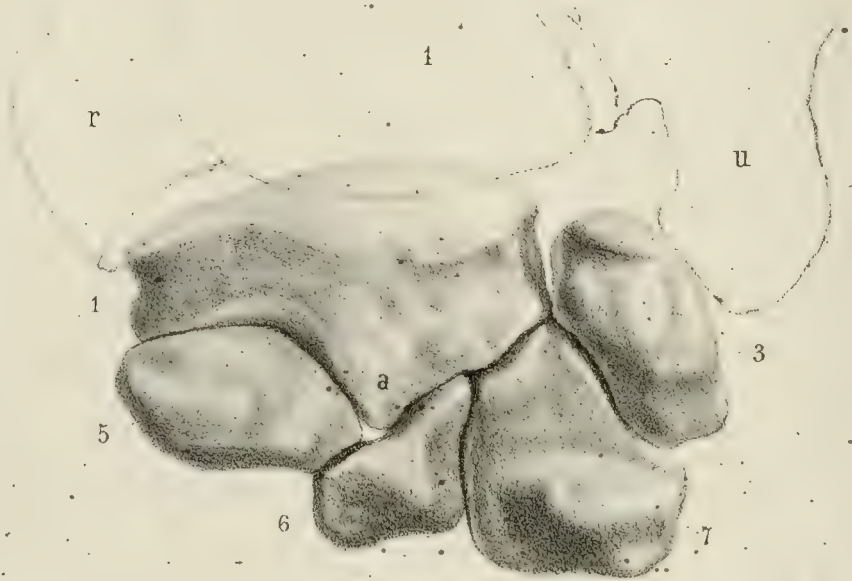
I notevolissimi elementi ossei della zampa della tigre, ed il carattere di straordinaria forza che si manifesta nelle sue forme tanto pronunziate, mi hanno condotto ad associare al cane questo formidabile re delle foreste. L' esame che noi faremo della mano di questo fiero animale varrà senza dubbio ad illuminarci ancora nello studio della mano dell' altro.

Essendo la tigre digitigrada, il peso del suo corpo non cade soltanto sul braccio e sul carpo, e neppure gravita sulle ultime falangi; ma si regge sui metacarpi. Qui dunque le dita non sono come, nella scimmia o nello scoiattolo, organi che sostengono il corpo mediante la preensione; e nemmeno come nel cavallo o nel-

l'elefante, estremità che servono alla ambulazione ungulograda: ma nella tigre sono i metacarpi che concorrono a formare l'ultima parte della colonna di sopporto. Sotto questo punto di vista, le ossa del carpo e del metacarpo hanno delle condizioni speciali di funzione e di forma, che a torto si cercherebbero negli animali, le cui dita hanno solo da compiere funzioni digitali, ovvero di semplice sopporto.

Tuttavolta, quando la tigre si accinge a lottare con una vittima vivente, l'azione delle sue zampe è esclusivamente di preensione. Dunque a due uffici servono i metacarpi della tigre, del leone ecc.; 1.° come colonna di sostentazione, 2.° come parte della grinfa per impadronirsi di una vittima.

Proponendomi di esaminare le estremità della tigre per questo duplice risguardo, non entrerò a descrivere l'omero e l'avambraccio. Basta dire che l'articolazione fra queste due ossa è saldissima, nel tempo stesso che è fornita di una grande libertà ed estensione di movimento. Altrettanto può dirsi dei rapporti scambievoli fra le due ossa dell'avambraccio: il radio ha impiantata la sua testa condiloidea superiore in una cavità del cubito, foggiata a segmento di circolo. Il processo dell'olecrano prolungatissimo palesa chiaramente la potenza delle leve che agiscono nel braccio di questo animale, le cui membra tutte manifestano le qualità di forza, d'elasticità, d'agilità, di flessibilità, di morbidezza, che si riscontrano diffatti allorchè l'animale è in moto.

O Nannini lit° Contoli dis° Lit. G. Wenk.

Il carpo (1) nella sua prima serie ha soltanto due ossa: lo scafoido-lunato ed il piramidale, oltre al pisiforme straordinariamente sviluppato. Il primo sopravanza di molto il volume del secondo, per forma che costituisce da sè solo la base del radio. La sua faccia superiore presenta una superficie piana nel lato dorsale, e sporgente nel lato volare: questa protuberanza si addentra in una concavità del radio, che dal lato cubitale si inoltra in una sinuosità dello scafoido-lunato. Le due ossa dunque si innestano scambievolmente, ma lo scafoido-lunato presenta in ultimo una larga base spianata pel radio. Siffatta disposizione ricorda un po' quella che si scorge nelle ossa carpiane dell' elefante, del rinoceronte, dell' ippopotamo. Qui prima di ogni altra cosa gli elementi carpiani e lo scafoido-lunato sono tagliati a forma riquadrata, quasi tabulari; il che vuol dire, che hanno qualità ben acconce alla funzione dei pezzi basali per membra di sostentazione.

(1) Tavola VII. fig. 1, e Tavola VIII.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VII.

Carpo e metacarpo della Tigre.

Fig. 1. Carpo della tigre — 1) scafoido-lunato — 3) piramidale — 5) trapezoide — 6) capitato — 7) uncinato — *a*) punta sporgente dello scafoido-lunato.

Fig. 2. Testa superiore del metacarpo dell' indice.

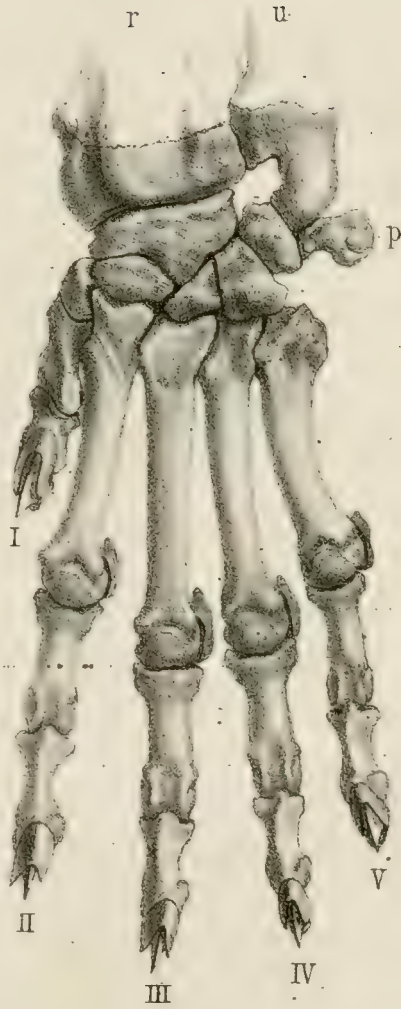
Fig. 3. Testa inferiore del metacarpo dell' indice — *a*) osso metacarpiano — *b*) sua cresta intersesamoidale — *c*) una delle ossa sesamoidee.

E invero lo scafoido-lunato si può considerare come un pezzo principale della colonna di sopporto della tigre. Diffatti l' omero si erige sulla testa del radio, il quale gli presenta una larga faccia piano-concava; questo trova la sua base, come abbiamo detto, sullo scafoido-lunato; e sotto questo si concentrano gli sforzi di tutte le dita. Poichè il grandissimo trapezoide è innestato in una cavità angolare offerta dallo scafoido-lunato: il capitato analogamente vi corrisponde, e l' uncinato colla sua forma triquetra punta fortissimamente sul lato ulnare dello scafoido-lunato mediante una estesa faccia. Infine il trapezio si trova sotto il processo volare dello stesso scafoido-lunato, di guisa, che i cinque metacarpi vanno tutti a ridursi, mediante le ossa del deuto-carpo, sotto l' unico grande scafoido-lunato. Il cubito vi prende parte dal canto suo coll' intermezzo del piramidale, che in grazia della sua base larghissima si appoggia sopra l' uncinato.

Oltre a questa prima considerazione, che si riferisce all' arto come colonna di sostegno, l' interlinea articolare colle sue parti rientranti e sporgenti mostra ancora una evidente disposizione, atta a fornire contrasti che sono in attinenza colle funzioni di preensione. Qui non accade come negli animali, de' quali Cuvier ha detto (1) « che la seconda serie per le sue creste non si addentra negli spazi della prima serie, o reciproca-

(1) Cuvier. *Ossements foss.*, T. 1. pag. 22.

VIII

O. Nannini lit. Contoli dis.° Lit. G. Wenk.

mente come in altri animali ». L'elefante di cui parla Cuvier, ed i congeneri di esso, il rinoceronte, il cavallo, come poc'anzi abbiamo indicato, sono forniti di estremità che hanno una sola funzione, cioè la *sostentazione*. Ma la tigre, del pari che il gatto ed il cane, presenta una moltiplicità di contrasti fra le due serie carpiane, che, mediante una opposizione trasversale, assicurano la mano contro i colpi di lato e di torsione. Sarebbe troppo lungo l' esporre per minuto questi meccanismi che, d' altronde appaiono manifesti colla semplice ispezione (1).

Durante la lotta con una vittima vivente per provvedere alla esistenza individuale, la mano della tigre è esposta a sforzi di torsione. In cotal genere di funzioni, oltre ciò che risguarda l' intervento dell' azione muscolare, questi sforzi sono dominati per quanto risguarda i sistemi ossei dalle ossa del carpo, e principalmente poi dal giuoco del capitato e del trapezoide. Il capitato, quantunque assai piccolo nella faccia dorsale, è fortissimo ed assai voluminoso nella faccia volare. Esso trascorre dall' una all' altra delle due facce della mano con un trapasso obliquo, e molto esteso. Poichè la così

(1) Tavola VII. fig. 1, e Tavola VIII.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VIII.

Mano della Tigre.

r) radio — u) ulna — p) grande pisiforme — I a V) cinque dita.

detta testa del capitato non è già nella tigre di forma globosa, ma per contrario è sommamente piatta, e quasi laminare. Questa lamina smussata e arrotondata superiormente è ricevuta in una doccia obliqua, corrispondente ed incavata nello scafoido-lunato; e i margini di questa doccia sono rinforzati da due punte sporgenti dello scafoido-lunato, di cui l' una enorme (1) dal lato dorsale, e l' altra più piccola dalla parte volare. Chiusa la testa del capitato in questa specie di canale, i suoi movimenti sono circoscritti in modo straordinario, benchè sembri che la dilatazione della cavità canaliforme le permetta di muoversi insensibilmente in varie direzioni, ma con pochissima estensione. Si vede dunque che qualsiasi movimento di torsione che si eserciti sulla mano, si concentra da ultimo sul capitato. La sua testa assai compressa agisce allora come un ristrettissimo freno, il quale, non essendo poi interamente chiuso, permette ancora alcuni moti di scivolamento e di ricollocamento, che funzionano come un attenuatore dei violenti sforzi di torsione. Nel caso che lo sforzo fosse straordinario, il rialzo che abbiamo indicato dal lato dorsale in *a*, entra allora in azione. Imperocchè mediante la sua grande potenza oppone alla testa del capitato un ostacolo insuperabile per poter girare fuori di certi limiti verso il dorso della mano (2);

(1) Tavola VII. fig. 1 *a*.

(2) Qui non è possibile conformarsi al linguaggio ordinario dell' anatomia umana, perchè nell' esame della zampa del cane, della

mentre per una torsione in senso opposto la resistenza è affidata al trapezoide, il quale nella sua faccia dorso-ulnare trova sullo stesso rialzo *a* dello scafoido-lunato un appoggio insormontabile e capace di scongiurare qualunque violenza di uno sforzo. La punta dunque, o rialzo *a*, dello scafoido-lunato è posta là come un *fulcro* o un appoggio incrollabile, ai lati del quale vanno finalmente a far capo gli sforzi di torsione tanto di sinistra quanto di destra. Ma le facce di contatto del trapezoide collo scafoido-lunato non essendo facce piane, ma bensì facce ondulate di scivolamento, trasmettono ogni sforzo di torsione sulle parti molli, vale a dire sui legamenti e sulle cartilagini elastiche. Donde si ottiene la resistenza e la cedevolezza.

Questa ultima osservazione si riferisce, come ognun vede, soltanto a una piccola porzione del meccanismo moderatore della torsione nella mano della tigre; poichè basta solo osservare i pezzi contrastanti del carpo, e le loro forme particolari, per conoscere che necessariamente ogni sforzo di torsione tende ad allontanare ogni pezzo carpiano da quelli che lo circondano. Da ciò si

foca ecc., il lato pollicare è incontestabilmente il lato interno. Carlo Martins lo ha benissimo notato dicendo: « In tutte le opere d'anatomia umana si suppone sempre l'avambraccio in supinazione; ma quando si tratta dei veri quadrupedi, questa supposizione non è ammissibile, poichè la supinazione è impossibile ecc. » (*Revue des deux Mondes*. 1872, 15. Fevr.). Per noi dunque, nell'esame che faremo in appresso, il lato interno sarà il radiale, l'esterno sarà il cubitale.

comprende che in questo ammirabile meccanismo, tutte le parti molli entrano in azione (corde resistenti, superfici elastiche e scivolanti); donde risulta una generale cedevolezza per addolcire la violenza o l'asprezza dei colpi di torsione.

Ma ci è necessario abbandonare omai questi particolari che sono innumerevoli, e che ci trarrebbero troppo lungi dall'argomento principale. Dopo ciò che si è detto, resta ben fermo e stabilito che nella zampa della tigre avvi un apparecchio per regolare gli sforzi di torsione e di violentissimi colpi di lato: in confronto del quale apparecchio, quello dell'uomo per esempio, quantunque molto bene provvisto, è assai sottile e delicato (1).

(1) Mi si dirà: voi trovate nel carpo contrasti per ogni dove e meccanismi disposti per superare gli sforzi, ai quali sono sottoposte le membra anteriori; e avete sempre dimenticato che non si hanno quasi mai apparecchi di forza somigliante fra il metacarpo e le falangi, e reciprocamente nelle falangi fra loro.

Senza preoccuparmi di ciò che mi si potrebbe obbiettare, credo che basterà un solo riflesso a chiarire la quistione. Ammettiamo che ciascun dito sia debole in sè stesso, e privo di elementi di contrasto nelle sue articolazioni. Ma torna bene considerare che nella tigre per esempio, e nella generalità dei casi, un dito non agisce mai solo. L'azione delle quattro dita è simultanea. La parte tetradattila è *una* ne' suoi sforzi di preensione, di repulsione ecc. ed è soltanto divisa in parti divaricabili, affinchè la mano possa occupare una maggiore estensione di superficie e modellarsi sulle forme dei corpi. Gli sforzi di ogni dito si trasportano su ciascun osso del meta-

Le teste superiori dei metacarpi presentano alla lor volta delle forme di una simile forza. Quella dell' indice ha una base antero-posteriore (1) di m. 0, 032, essendo la grossezza minima dell' osso di m. 0, 015. Il suo *talus* dal lato volare è avanzatissimo e fortissimo; l' estremità di questo abbandona la propria base del trapezoide, per passare ad appoggiarsi sulla estensione volare del capitato.

Anche la base del medio ha un *talus* di m. 0, 025, e quello del quarto, che si appoggia tanto sull' uncinato quanto sul capitato, gode ancora di una forza assai notevole. Il quinto è un po' meno ben fornito. In quanto al pollice esso ha evidentemente una importanza minore; e non è che una parte complementare la quale compie la grinfa che dee servire a tenere stretta una vittima (2). Dopo quanto abbiam detto risguardo al-

carpo; tutti gli sforzi delle dita si concentrano nel carpo, di guisa che le quattro o cinque attività delle dita si vanno a riassumere in un solo prodotto, che cade sulle ossa del carpo. È veramente il *funiculus triplex* che trasmette la sua forza al carpo, e nel caso della tigre più specialmente allo scafoido-lunato. I più energici contrasti per superare gli sforzi sono dunque ben collocati là dove tutte le forze si confondono in una sola. Colà si manifesta l' asprezza di un colpo, e là bisogna attutirla ed attenuarla mediante una decomposizione di forze, operata dai moltiformi contrasti dei pezzi del carpo.

(1) Tavola VII. fig. 2.

(2) Il pollice corto com' è si infigge molto addietro nelle carni di una vittima. Così tutte le cinque punture delle unghie sono graduate, e distanti, in guisa che l' area occupata dalla grinfa è molto estesa.

l' uomo, si conosce da queste forme che una immensa resistenza risiede nella mano della tigre, alla testa superiore dei metacarpi, sotto il duplice aspetto dell' azione dell' arto come colonna di sopporto, e come istrumento di presa.

L' altra estremità del metacarpo della tigre, cioè quella che è in contatto colle falangi, è notevole per le sue grandi ossa sesamoidee. Non si veggono però tali, se non che nella parte tetradattila della mano; poichè al pollice non si osservano che sesamoidei sommamente piccoli e, come taluno ha detto, rudimentali. Le prime sono applicate dal basso dell' osso metacarpiano dal lato volare; mentre che al lato dorsale si ha una testa condiloidea arrotondata per l' articolazione della prima falange.

Si distinguono dunque chiaramente due differentissime strutture, e assai bene spiccanti, ai due lati della testa inferiore del metacarpo: una alla faccia palmare, l' altra alla dorsale.

L' apparecchio del lato volare si compone: 1.° di una grande carena mediana *b* (1) longitudinale dell' osso metacarpiano, la quale separa le due *aree* sulle quali si muovono le due ossa sesamoidee *c*; 2.° di queste stesse ossa sesamoidee. Queste, in numero di due per ogni testa metacarpiana, sono assai lunghe, alte e compresse ed assumono la forma di grandi creste. Pel loro

(1) Tavola VII. fig. 3. *b*.

avvicinamento si formano i margini di una doccia longitudinale e profonda, che permette il passaggio al tendine depressore delle falangi.

Qui giova notare che per una funzione di questa fatta, vale a dire per costituire una doccia di passaggio ai tendini, sarebbero state ben acconce semplici creste ossee fisse od apofisi (1). Per contrario queste creste sesamoidali sono mobilissime. Esse non aderiscono in nessun modo all' osso metacarpiano, ed il loro combaciamento con quest' osso si fa per la interposizione di facce scivolanti, ricoperte di cartilagini e lubrificate dall' umore sinoviale.

Resta con ciò dimostrato che la libertà di cui godono queste ossa sesamoidee, non essendo richiesta dalla costituzione di una doccia destinata soltanto ad assicurare il passaggio delle corde tendinee, è richiesta bensì per altri scopi: fra cui, oltre a quelli che sono indicati ordinariamente dagli anatomici in riguardo ai sesamoidei, possiamo citarne un altro ancora, che qui ci è duopo esaminare.

L' animale, di cui noi studiamo la zampa, è, come abbiamo detto, un digitigrado. Esso si tiene ritto sulle sue dita; ma non già come l' elefante, il rinoceronte, l' ippopotamo, i quali si sorreggono sulle estreme parti delle lor dita, cioè sulle unghie. La tigre invece si appoggia sul suolo mediante la testa inferiore dei quattro

(1) Tali doccie fisse pel passaggio dei tendini veggonsi nella parte superiore del tarso-metatarso degli uccelli.

metacarpi, eccettuato quello del pollice. Le falangi, come ognuno conosce, stanno sollevate in alto (1). Ora l'atto di ambulazione negli animali digitigradi, implica un perpetuo cangiamento di rapporti fra la testa inferiore dell'osso metacarpiano ed il suolo. Poichè allorquando la tigre o qualsiasi altro animale di simil genere stende all'innanzi la propria zampa per progredire di un passo, il suo metacarpo da principio è molto inclinato all'indietro (2); e quando il passo è compiuto, e l'animale è sul punto di rialzare la zampa, allora il metacarpo si trova in posizione verticale od inclinato all'avanti (3). Mentre si alternano questi cangiamenti di direzione del metacarpo in rapporto col suolo, la sua testa inferiore eseguisce una specie di corsa sul terreno stesso, e ben si comprende che qualora questa testa fosse scoperta, o se fosse semplicemente arrotondata o provista di cre-

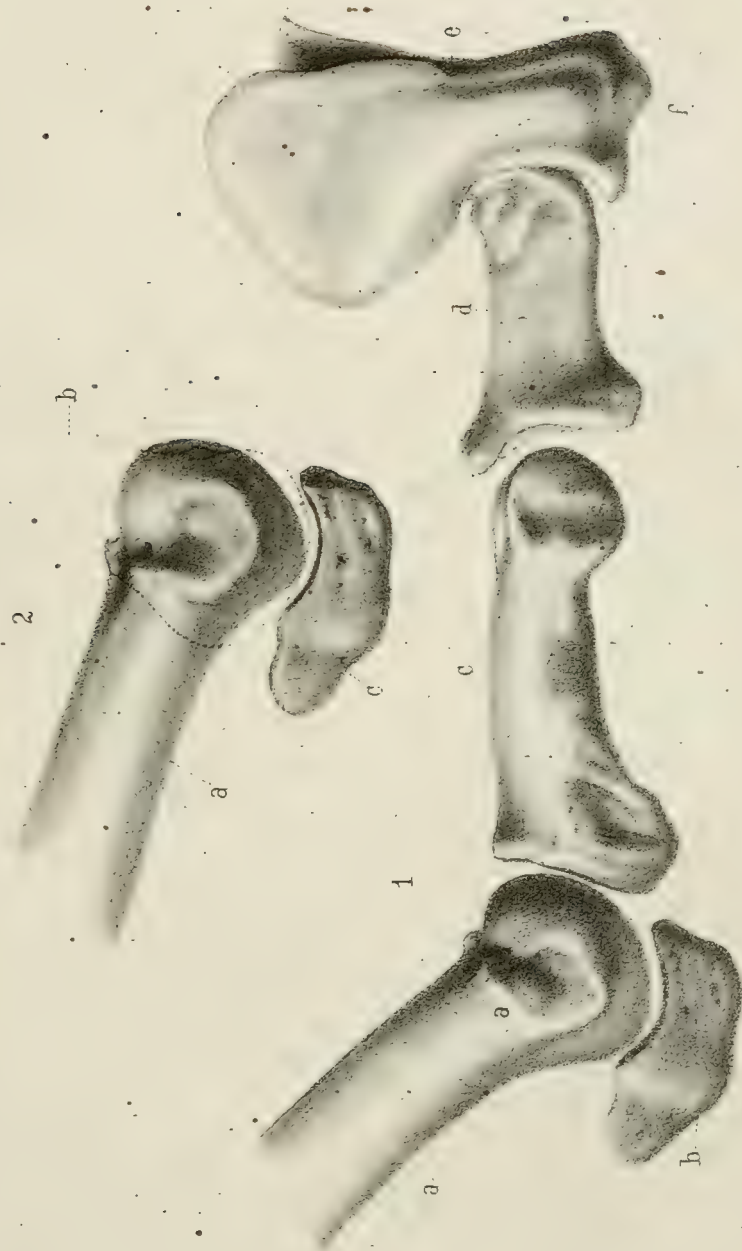
(1) Tavola IX. fig. 1.
(2) Tavola IX. fig. 2. *a*.
(3) Tavola IX. fig. 2. *b*.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA IX.

Metacarpo e falangi della Tigre.

Fig. 1. Dito medio della tigre — *a*) testa inferiore del metacarpo — *b*) osso sesamoidale — *c*, *d*) prima e seconda falange — *e*) falange ungueale — *f*) *talus* della falange ungueale.

Fig. 2. Doppia posizione del metacarpo della tigre — *a*) metacarpo in direzione obliqua pel cominciare del passo — *b*) metacarpo verticale avendo terminato il passo — *c*) osso sesamoideo.

O. Nannini lit.° Contoli dis.° Lit. G. Wenk.

ste fisse; non potrebbe a meno di produrre uno sfregamento colle parti che toccano il suolo (1). D'altronde questo fatto è in accordo con quanto si è detto, e cioè che non avvi un solo caso, che io conosca, nel quale abbia luogo il movimento di un osso direttamente sul suolo, essendo l'osso coperto dai soli integumenti. Vi è sempre la interposizione di qualche parte, che resta immobile sul terreno per tutto il tempo del passo, ed il cambiamento d'inclinazione delle ossa superiori relativamente allo stesso piano del suolo si fa da una specie di rotazione dei pezzi articolari fra loro. Ora in un animale digitigrado, che tocca terra mediante la testa inferiore de' suoi metacarpi, le creste fisse sarebbero state disadatte; perchè il movimento di queste in unione col metacarpo sul suolo non potrebbe aversi senza una confricazione, ovvero si effettuerebbe sulle parti molli interposte fra il suolo e le creste ossee: soffregamento che certo non andrebbe esente da pericoli di danno.

Ma il meccanismo delle grandi creste sesamoidee mobili serve a perfezionare l'istrumento della traslazione digitigrada, poichè le creste trovansi interposte fra il terreno e la testa metacarpiana. Queste creste sono caricate del peso del corpo dell'animale che cammina; ed esse insieme colle parti molli integumentarie posano

(1) Qui non si possono al certo dimenticare le belle osservazioni fatte dal Cruveilhier sulle cartilagini articolari — *Traité d'Anatomie descrip.* T. 1. pag. 361, e seg.

sul suolo, su cui restano immobili. Il movimento dell'osso metacarpiano, che proviene dal cambiamento di direzione inclinata o verticale durante il passo, accade sulle facce lubrificate dei sesamoidei. Con questo è scomparso ogni soffregamento, essendo esso trasferito sopra facce scivolanti.

Considerato per questo rispetto, ogni paio di sesamoidei collocato alla testa inferiore del metacarpo, sia dell' indice, sia del medio, presenta nel suo insieme una articolazione trocleare spezzata, nella quale agisce la testa carenata del metacarpo. Salvo le profonde differenze d' organismo, che allontanano due animali d' ordine differentissimo, l' articolazione trocleare del piede di un cervo o di una pecora può fornirci un' idea del meccanismo, che per altre vie agisce nella colonna di sopporto della tigre. In fine è sempre la stessa teoria, cioè una parte superiore mobile (il metacarpo), che, mediante facce di scivolamento, si muove per entro ad una parte che resta ferma sul suolo.

Nel bue, nel cervo, nella pecora ecc. una cresta mediana termina ciascuna faccia inferiore del cannone o metacarpo, l' azione del quale è di ruotare nel mezzo delle due creste che trovansi nella testa superiore di ogni prima falange. Se queste creste delle falangi si suppongono staccate dal loro osso, si sarebbe nel caso di avere appunto le stesse creste sesamoidali dei digitigradi. D' altronde che siano poi queste creste sesamoi-

dei liberi o inerenti alla testa delle falangi, si ha sempre un solo e medesimo modo di funzionare; vale a dire la rotazione di una parte mobile, qual è il metacarpo, su di una che sta ferma sul suolo, o sieno le falangi, ovvero le ossa sesamoidee dei digitigradi.

Del resto tanto le falangi, quanto le creste sesamoidali rimangono applicate sul suolo durante il camminare. Diffatti dal momento che gli integumenti inferiori della zampa della tigre abbiano toccato terra, gravati come sono dal peso del carpo, la loro impronta non si sposta più, ed essi non subiscono alcun movimento sul suolo, nè la più lieve confricazione. Ma tutto il giuoco delle varie inclinazioni del metacarpo è operato sulle ossa sesamoidali, che premute anch' esse sui cuscinetti palmari, ed a questi attaccate mediante corde legamentari (1), formano un unico sistema immobile sul terreno, e permettono la libera rotazione della testa metacarpiana.

Le creste sesamoidee hanno dunque una prima importanza per l' istrumento di ambulazione della tigre. La formula più semplice di questo istrumento è — *omero, avambraccio, carpo, metacarpo ed ossa sesamoidee.* — Ecco tutto. L' ambulazione dei digitigradi si compie sulle punte dei metacarpi: e le falangi rimangono interamente fuori e non prendono parte in nessuna maniera a que-

(1) Veggasi più innanzi ciò che si dirà intorno alle ossa sesamoidali del cane.

sta funzione. Sono tenute in serbo per un' altra azione che è la seguente.

L' apparecchio infero-dorsale della testa metacarpiana della tigre offre una articolazione per le falangi, che molto si inoltra sul dorso dello stesso metacarpo. In grazia della sua forma tondeggiante permette alla prima falange una grande libertà di movimento, e per la sua estensione in alto le consente di salire perfino sul dorso dell' osso. Collocata là sopra la prima falange, non è più, come d' ordinario, nella stessa direzione del metacarpo. All' incontro essa forma un angolo più o meno aperto con questo osso (1) secondo che trovasi inclinato o verticale. Invece si può dire, che la intera serie delle falangi è fuor di posto, e fuori altresì della linea del metacarpo. Sarebbe un dito slogato in addietro, poichè, a questo punto della testa inferiore metacarpiana la verga del dito è piegata in alto.

Per siffatta disposizione la serie delle falangi non prende quasi niuna parte alla sostentazione ed all' ambulazione dell' animale, o tutt' al più contribuisce all' equilibrio mediante i cuscinetti delle estremità digitali. Le falangi vi sono, in servizio dell'enorme unghia aguzza e tagliente, per metterla in azione quando occorra, e sopratutto per assicurarle la necessaria integrità. Mediante una articolazione, della quale non terremo qui

(1) Tavole IX. fig. 1. *c*, e fig. 2. *a*, *b*.

parola, ma che d' altronde è molto singolare, la falange ungueale nel tempo del riposo si trova in direzione verticale; e la sua testa, che tocca la penultima falange, è inserita in modo, che, mentre questa parte rimane in terra, l' intero corpo della falange ungueale è inalzato verticalmente (1). L' unghia collocata così in alto, è al sicuro da qualsiasi contatto col suolo, e quindi da ogni deperimento. In questo stato di inazione essa rimane per tutto quel tempo che l' animale mette in moto la sua zampa per camminare. Ma l' unghia ben presto entra in azione, nel caso che debba afferrare e tener ferma una vittima.

Se non che avvi una condizione essenziale nell' esercizio di queste due funzioni; ed è, che l' una di queste cessa tosto che l' altra incomincia. Le dette due funzioni, come i due istrumenti, sono inconciliabili fra loro. La testa inferiore del metacarpo agisce o mediante il suo apparecchio delle ossa sesamoidali, o mediante quello della articolazione della falange. O il camminare o la grinfa.

Sono dunque due organismi, come le due funzioni, perfettamente distinti e definiti. Questi due meccanismi differiscono anche pel tempo in cui agiscono; e si escludono a vicenda. Mentre la colonna digitale del metacarpo trovandosi in linea coll' avambraccio compie le

(1) Tavola IX. fig. 1. *e*, *f*.

sue funzioni digitigrade per l'ambulazione, l'intera serie delle falangi è tenuta in serbo per servigio della terribile grinfa della tigre.

Attentamente studiata la testa inferiore del metacarpo della tigre, del leone, del cane ecc., dà a vedere un fatto eccezionale, vale a dire la unione di due funzioni e di due meccanismi ben distinti e diversissimi sulla testa di un solo osso. Nell' uomo, come nei quadrumani, nei *cheiromys* ecc., l'intero dito, dalla sua prima base, è dedicato ad una sola e sempre medesima operazione, cioè la preensione. Nell' *Aï* il dito serve unicamente a formare un uncino; come altresì nel bue, nel maiale, nel cervo ecc., il dito ha una sola funzione, quella di sorreggere il corpo dell' animale. Ma alla tigre ed agli altri digitigradi, abbiam già detto che la zampa serve al tempo stesso come colonna di sostegno e come grinfa delle più perfette; e che il collocamento come anche il limite delle due funzioni si trovano circoscritti nella testa inferiore dei metacarpi.

Infine ciò che non lascia veruna ambiguità si è, che qui son parti addattatissime al duplice scopo di tali funzioni. In questo duplice meccanismo traspare inoltre assai più manifesta l' opera ed il concetto di un costruttore meccanico. Quando egli ha voluto costruire animali digitigradi, ha dovuto tagliare a metà, per così dire, le dita; e lasciando alle teste metacarpiane l' ufficio di posare a terra, mercè l' aiuto delle grandi ossa sesamoidee disposte a forma di cavità ar-

ticolare spezzata, ha dato alle falangi un'altra funzione da compiere, quella cioè di formare un'arme offensiva, qual'è la grinfa. Il primo organismo è di un uso quotidiano; il secondo è tenuto in serbo, e non si adopera che in date circostanze.

Risalendo per un momento a considerazioni più generali (1), il digitigrado (la tigre, il leone, il gatto ecc.) è animale essenzialmente cacciatore. Però è necessario che si sposti, e possegga armi acconce a impadronirsi di una vittima vivente, che oppone una resistenza ad oltranza per difendere la propria vita. Esauriti che siano i mezzi offensivi della bocca, bisognava ancora aumentare l'estensione e la potenza di presa, mediante altri mezzi. L'unica parte che rimaneva in ciò da utilizzarsi, erano le quattro estremità; ma essendo queste occupate anzitutto per l'ambulazione, era cosa necessaria primamente sottrarre gli acuti aculei da un logoramento sul suolo (2). Le aquile ed i gufi non logorano la punta acuminata delle loro unghie, e tutti sanno come ciò avvenga. Ma nei quadrupedi e nei digitigradi

(1) Dopo la lettura delle pagine certamente ingegnose di Darwin (*Origine* ecc., pag. 91, 121 e successive, e *Variations* ecc., pag. XVIII e 6. ecc.), ovvero di quelle di Wallace (*Journal des Savants*. 1870, Ott., pag. 615 a 620) non verrà rigettato, cred'io, questo riassunto ideale, che rischiarerà ulteriormente il principale soggetto.

(2) Si vegga la descrizione che ne dà G. Cuvier. *Leçons d'Anat. comp.*, pag. 311.

non avvi possibilità di evitare il corrodimento della loro unghia sul suolo, senza una forma articolare, mercè cui s' inalzasse la falange ungueale, come si riscontra nei gatti ecc. Non trovasi peraltro nulla di simile nella grande generalità delle costruzioni digitate; e si può dire che qui avvi un concetto nuovo, ed una nuova costruzione e fatta a bella posta. Bisogna convenirne, sono gli stessi elementi digitali ordinari: ma ciò avviene perchè il carpo, il metacarpo e le falangi, costituendo insieme un' asta spezzata, servono ottimamente alla preensione nei quadrumani, all' ambulazione ed alla grinfa nella tigre. Non facea mestieri che introdurre modificazioni e parti nuove. Numerosissime modificazioni si osservano in una mano rispetto all' altra; e nuove parti sono introdotte là, dove non sarebbero bastate semplici modificazioni. *I sesamoidei crestiformi si trovano introdotti* nella testa inferiore del metacarpo (1).

Se al confronto fra la mano dell' uomo e quella della tigre, si aggiugnesse anche quello della mano

(1) La comparsa dei sesamoidei nelle estremità dei mammiferi ha una importanza specialissima per la quistione dell' *unità di piano*. Ma i limiti di questo scritto non ci consentono di occuparcene come sarebbe mestieri. Dicasi pure che i sesamoidei sono particelle ossee staccate dall' osso principale, o dicasi che sono ossificazioni di alcuni tendini; ciò non si attiene al fondo della quistione. Parmi, e niuno potrà contestarlo, che i sesamoidei siano parti introdotti sempre là dove erano richiesti dalla necessità meccanica, e che mai non si trovano ove da questo motivo non sieno dimandati.

della talpa, del maiale, del capriolo ecc. si vedrebbe da per tutto diversità di funzioni, e modificazione di parti; talune parti *aggiunte,* ed altre *soppresse.* Modificazioni, accrescimenti, soppressioni, regolate dalle funzioni che si debbono conseguire. Di modo che, presa ciascuna delle dette estremità singolarmente, sono tutte foggiate a perfezione secondo le leggi meccaniche; e quel che hanno di somigliante e di comune fra loro, è ciò che hanno di comune nel modo di agire e nello scopo fondamentale che debbono ottenere.

Da principio abbiamo detto che il pollice della tigre

Al modo stesso che si trova il pisiforme a fianco del carpo, o per meglio dire, come si hanno ossa carpiane e falangi; del pari noi vediamo al loro posto i sesamoidei. Tutte queste ossa hanno la stessa ragione di origine e la medesima necessità meccanica. Non si fanno speciali osservazioni alle prime, perchè continuamente si veggono; e si osservano sempre ripetute, perchè fanno parte della base dell' organismo della macchina animale, senza le quali non sarebbe possibile avere un concetto generale dell' animale; mentre le altre ossa, i sesamoidei, sono introdotte solo in modo accidentale a seconda dei bisogni, che non dipendono già dal concetto generale dell' animale, ma bensì da modificazioni, e, come dite voi, o Signore, da speciali adattamenti. Ora il fatto della introduzione di nuove parti in circostanze accidentali parmi essere tal fatto che conduce a conoscere come l' artista ha aggiunto un elemento soltanto qualora il bisogno lo richiedeva. Ciò vedesi ogni giorno nell'arte umana, e niuno vi fa obbiezioni; tutti sanno che i freni non si aggiungono che alle carrozze da montagna, e che quei freni sono parti nuove aggiunte: or non dovremo noi considerar ciò egualmente nell' arte della natura?

non è provvisto di grandi sesamoidei crestiformi; e diffatti se ne osservano soltanto dei piccoli e globulari.

Questo soggetto merita qualche momento di considerazione.

I metacarpi della parte tetradattila della mano della tigre, sono tutti quasi modellati sur una stessa forma. Nella faccia dorsale avvi una articolazione emisferica; e nel lato volare una *carena* con due sviluppatissimi sesamoidei crestiformi. L' uniformità del loro meccanismo è in accordo coll' identità di funzione, poichè l' ambulazione digitigrada si opera per mezzo delle quattro dita. Il pollice ne resta escluso; non poggia in terra, e gli manca la testa emisferica infero-dorsale; donde risulta che l' estremità inferiore di questo metacarpo è diversissima da quella degli altri. Il pollice non serve che ad un solo uso, cioè a quello proprio della grinfa; e diffatti l' unghia che arma questo dito è la più grande di tutte (1).

(1) Si dice che fra le diverse funzioni che debbono eseguire le ossa sesamoidee c' è ancora quella di rinforzare l' azione dei tendini nei loro movimenti, o di facilitare i movimenti stessi nel caso di pressioni a cui fossero esposti. Niuno può negarlo. Ma parmi sia lecito negare, che i grandi sesamoidei della tigre siano posti là *interamente* ed *unicamente* per questa funzione. Se fossero stati puramente introdotti per favorire l' azione dei tendini flessori, e per aiutarli nella flessione delle dita, sarebbero stati egualmente collocati a tutte le dita che hanno l' ufficio di piegarsi energicamente per costituire la grinfa. Ma questo lavoro appartiene a tutte le cinque dita dell' estremità

Questa considerazione si fa ognor più saliente quando dall' esame della mano della tigre si passi a quello della mano dell' orso. Questo animale è digitigrado per eccellenza; esso spiana, come ognun sa, sulla terra tutte cinque le sue dita. Il suo pollice, del pari che le altre dita, prende parte all' azione comune digitigrada. Per la qual cosa il pollice ha in proporzione i suoi grandi sesamoidei; e nel metacarpo avvi la sua carena sviluppatissima: ma ciò che sopratutto è rimarchevole si è, che ha la testa articolare infero-dorsale emisferica come le altre ossa metacarpiane. Tutti i cinque metacarpi dell' orso sono per ri-

anteriore della tigre; ed abbiamo del pari notato che il pollice, quantunque più corto degli altri, ha un' unghia più robusta di quella delle altre quattro dita. Lo sforzo dunque che è proprio del pollice, è almeno il medesimo di quello delle altre dita, considerate come costituenti la grinfa. Frattanto i sesamoidei del pollice sono piccolissimi, a fronte degli altri, o, come si dice, sono rudimentali. Ma si sa che il pollice serve esclusivamente alla grinfa e non entra menomamente nella ambulazione. Dunque i suoi piccoli sesamoidei sono tutto ciò che fa duopo per la energica flessione delle dita. Ciò che vedesi in più nelle creste sesamoidali delle quattro dita, è quello che deriva in conseguenza dell' ambulazione. La piccolezza dei sesamoidei del pollice si potrebbe dire che è la misura dei sesamoidei che servono alla flessione; la grandezza di quelli delle altre quattro dita indica l' eccedente che spetta all' ambulazione. L' orso diffatti che posa in terra tanto le sue quattro dita, quanto il pollice, o, a dirlo in altre parole, l' orso che ha la stessa funzione di ambulazione per tutte le cinque dita, ha le sue creste sesamoidali così grandi pel pollice come per le altre quattro dita.

sguardo alla loro testa inferiore modellati sulla medesima forma, e quasi non si potrebbero distinguere, se non fosse per rapporto alla loro grandezza, essendo un poco più piccolo quello del pollice.

L'identità di funzione nell'orso implica l'uniformità perfetta di conformazione in tutte le sue dita. Nella tigre l'identità di funzione delle quattro dita implica egualmente l'unità di forma in tutte quattro. Il pollice solo ne differisce interamente, così per la *forma*, come per la *funzione*.

Ora io dimando: al cospetto di fatti cotanto singolari, che cosa diranno le due dottrine, di cui l'antagonismo è il continuo soggetto di questa lettera? L'*unità di piano* non esigerebbe essa una certa uniformità di costruzione nella testa inferiore del metacarpo della mano della tigre tanto nel pollice quanto nelle altre dita? Di più questa uniformità quinaria, non sarebbe essa richiesta dall'*unità di piano* per l'uniformità quinaria della mano dell'orso? Infine un pollice nei piedi posteriori della tigre non sarebbe logicamente richiesto, come c'è nella sua mano?

La risposta della dottrina degli *atti di creazione indipendenti* è molto semplice e facile. — Vi è *uniformità* di meccanismo dappertutto, dove è richiesto uno stesso meccanismo per ottenere una medesima funzione. E vi è una differente costituzione meccanica, ogni qual volta abbisogni una funzione diversa. — Dunque cinque me-

tacarpi colla testa inferiore uniforme nell'orso, che impiega tutte le cinque dita per la medesima funzione digitigrada; e del pari quattro metacarpi uniformi, ed uno diverso, nella mano della tigre, che ne adopera quattro per la duplice funzione digitigrada e di grinfa, ed uno per servire semplicemente da grinfa.

In questa risposta non hannovi stiracchiature, o nebulosità di idee o di frasi; non vi ha supposizione di parti inutili, nè di residui anatomici, o di organi in via di sviluppo che non hanno poi ragione di essere. In questa risposta c'è la pura e semplice applicazione di un principio fondamentale di ciascun' opera interamente razionale — *l'impiego cioè di mezzi proporzionati alla scopo.*

Questa ci pare una risposta ed una spiegazione attendibile, che *gode di una consistenza scientifica.*

Ma diciamo intera la frase: è *la sola che gode di una consistenza scientifica.*

IL CANE

La scarsità dei mezzi di osservazione onde ho potuto disporre, non mi ha permesso di istituire ricerche sulle parti molli della mano della tigre (1). Sono dunque ricorso all' esame della zampa dell' altro digitigrado, il cane; giacchè molte considerazioni anatomiche di questo animale sono assai bene applicabili all' altro.

Innanzi tutto diciamo come, del pari che presso la tigre, la mano del cane ha due ossa al protocarpo, lo scafoido-lunato ed il piramidale, oltre ad un grandissimo pisiforme. La prima di queste ossa ha forme molto meno pronunziate nel cane che nella tigre; la punta *a* (2) sopratutto è poco rialzata, e così gli appoggi contro i colpi di torsione sono infinitamente meno robusti che nella tigre. Peraltro il trapezoide è collocato in una cavità dello scafoido-lunato, capace di dominare, come faccia di ricollocamento, tanto gli sforzi di torsione

(1) Debbo però attestare la mia riconoscenza ai Direttori dei Musei della nostra Università per gli oggetti che con tanta bontà hanno messo a mia disposizione.

(2) Tavola VII. fig. 1. *a*.

quanto quelli di lateralità (1). Il capitato è piccolo, depresso nel dorso, grandemente compresso al disopra e per lo sviluppo e per la forza non è paragonabile alle analoghe ossa della tigre. Per contrario il piramidale ha ricevuto un notevole allungamento e sviluppo. Esso discende tanto in basso al lato volare, che raggiunge la base del quinto metacarpo, e gli presenta una faccia articolare assai concava: di guisa che questo quinto metacarpo poggia assai poco sull' uncinato, e trova un valido sostegno sul piramidale (2). Un appoggio di tal fatta manca al metacarpo della tigre; poichè il suo piramidale è corto, e rimane in alto lontano dal quinto metacarpo. La zampa del cane è dunque rinforzata con maggior vantaggio al lato esterno dal piramidale; la

(1) I movimenti di torsione sul carpo rivestito delle sue parti molli, hanno una certa estensione e facilità; ma, come ben s' intende, presto si trovano limiti insormontabili. Peraltro la torsione con abbassamento del pollice è più estesa.

(2) Si vegga la Tavola x. fig. 1.

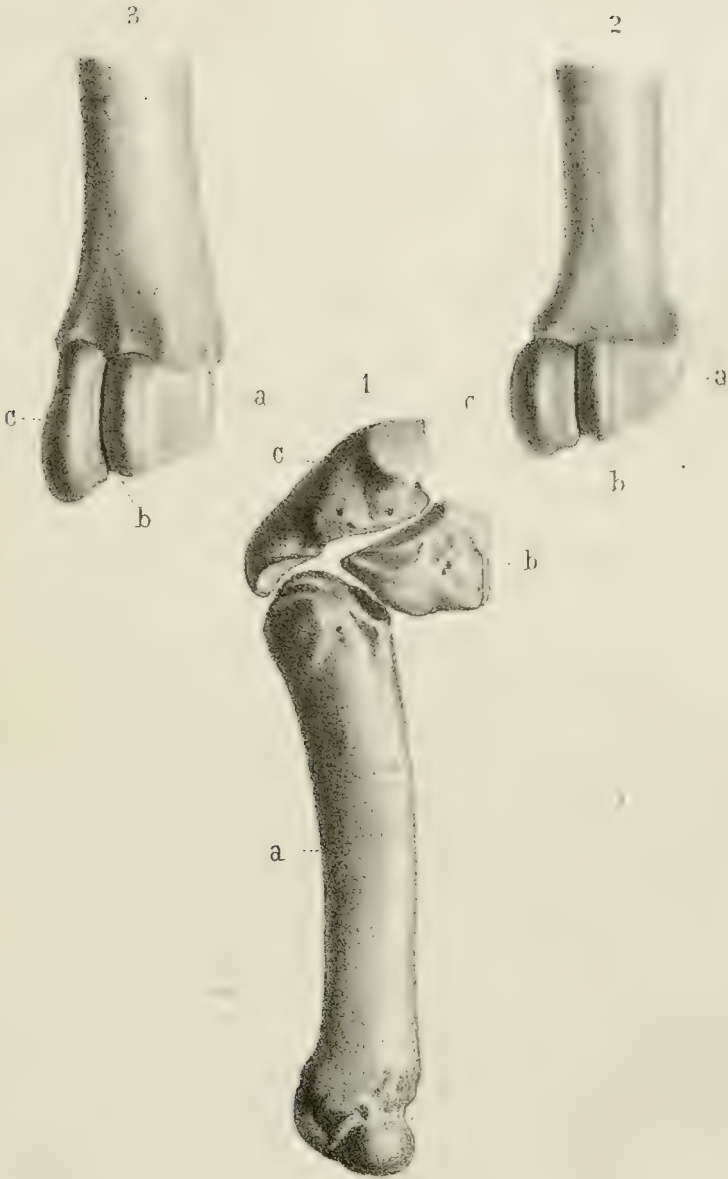
SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA X.

Metacarpi del Cane e dell' Orso.

Fig. 1. Metacarpo, uncinato, e piramidale del cane *(razza grande).*
a) quinto metacarpo — *b*) uncinato — *c*) osso piramidale.

Fig. 2. Metacarpo pollicare dell' orso.
a) testa articolare — *c*) osso sesamoidale esterno — *b*) carena.

Fig. 3. Metacarpo dell' indice dell' orso.
a) testa articolare — *c*) osso sesamoidale esterno — *b*) carena.

X
3
2
1
a
b
c
O Nannini lit.°
Centoli dis.°
Lit G. Wenk.

qual cosa è in accordo colla maggior grossezza che è data al metacarpo esterno od al quinto metacarpo.

Questa disposizione di parti che si osserva nella mano del cane, e non in quella della tigre, è senza dubbio in relazione con alcune abitudini del cane che non sono proprie della tigre. Gl' istinti escavatorii per esempio del cane e della iena richieggono probabilmente un rinforzo al lato esterno della mano; intorno a che lo studio di altre mani fossorie per eccellenza potrebbe chiarire questo problema.

Venendo ora alle parti molli, si osserva sugli integumenti della zampa del cane un cuscinetto in alto corrispondente alla testa del grande pisiforme; più in basso un altro a forma trilobata che corrisponde alle teste inferiori dei metacarpi; e quattro più piccoli trovansi all' estremità delle dita. Sono tutti convessi e morbidi, e quando si tolgono gli integumenti si trovano fascie legamentose che collegano il grande cuscinetto trilobato alla testa inferiore del metacarpo (1). Questo cuscinetto, o polpastrello, non è dunque semplicemente una escrescenza od un' appendice del sistema cutaneo,

(1) L' inserzione delle corde legamentose si fa sulla capsula, o cannone cartilaginoso che racchiude i tendini flessori delle dita. Un cordone formato dalle fibre legamentose collega altresì al pisiforme il suo polpastrello, che come gli altri è sfornito di peli, e ed è parimenti anch' esso logorato.

ma è in relazione e subordinato all' apparecchio sesamoidale appartenente alla testa inferiore del metacarpo.

Diffatti nella parte inferiore de' quattro metacarpi trovansi grandi sesamoidei, allungati e compressi, e sono posti ai lati di una carena mediana dell' osso, elevatissima; ma qui tutto è molto meno pronunziato che nella tigre. Ciascun paio è legato da un tessuto fibroso, robusto, che forma una piastra coriacea, la quale si stende in alto sino alla fine dei sesamoidei. Questa piastra o lamina elastica e di somma resistenza aderisce nel suo lembo inferiore alla base della prima falange, ond' essa segue i movimenti. Nel margine superiore poi è in rapporto con un ventre muscolare, collocato nella faccia volare del metacarpo. Tagliando alcune membrane legamentose laterali che imbrigliano questa piastra, la si può sollevare dall' osso metacarpiano; ed allora la si vede modellata esattamente sulla testa carenata dell' osso, in guisa da formare una sezione di troclea, i cui due lati sono occupati dalle facce curve ed allungate dei due grandi sesamoidei. L' abbondante umore sinoviale che bagna questa superficie, compisce le condizioni di una articolazione trocleana spezzata.

La testa carenata del metacarpo vi si muove per entro con grande estensione e libertà, del pari che la testa metacarpiana inferiore del cervo o del bue si muove nella cavità trocleare della prima falange.

Mentre le falangi ungueali del cane o della tigre restano sollevate per l' atto della ambulazione, li sesamoidei sono recati in basso, e trovansi collocati

sotto i punti di pressione della testa metacarpiana sul suolo.

La rotazione dunque che è eseguita dal metacarpo durante la differente inclinazione che prende nel cangiar passo, si compie sui sesamoidei, o a meglio dire, si compie sopra questa specie di troclea semi-ossea e semi-fibrosa (1).

L' altra faccia di questa piastra fibrosa, o faccia volare, forma una doccia, mediante il rialzo delle due creste sesamoidali riunite l' una all' altra sul dinanzi dallo stesso tessuto fibroso; di modo che prende le forme di un astuccio. Aprendolo, vi si trova il tendine perforatore o il grande depressore del dito perfettamente libero, mentre il perforato è superiormente in connessione colla piastra medesima.

Dal fin qui esposto si vede che l' apparecchio sesamoidale serve senza dubbio a mantenere a proprio luogo i tendini, porgendo loro un passaggio circoscritto entro una doccia, ovvero in un canale; ma del pari si vede che la forma, l'estensione, e la libertà, di cui godono le creste sesamoidali, si riferiscono alla funzione del camminare.

(1) Si direbbe che la parola *osso sesamoidale* è male applicata parlando di queste creste ossee, perchè non sono nè globose nè piccole come i grani di *sesamum*, a cui sonosi paragonate le piccole ossa umane. Nella tigre ecc. sono piuttosto veri frammenti di cordoni trocleari.

Le falangi della parte tetradattila della mano si muovono sulle teste infero-dorsali del metacarpo; ma queste teste sono meno convesse di quelle della tigre, ed un po' più quadrate.

Nel pollice non si osserva nulla di ciò. La testa metacarpiana presenta una forma ben diversa; giacchè non ha quella sporgenza sferoidale così elevata, e circoscritta da una profonda fossa dorsale; e non ha che una piccola carena laterale, ed un osso sesamoidale globulare e piccolissimo. È dunque tutt' altra forma. Sarebbe superfluo aggiungere che il pollice è piccolissimo, sottilissimo, e che non tocca terra; ma gode di una grande versatilità; e per questa ultima proprietà aumenta l'*area* circolare della grinfa, alla quale reca un' unghia più accuminata delle altre, perchè meglio protetta.

Le falangi ungueali non hanno una articolazione laterale colla precedente. Restano tuttavolta un po' sollevate da terra in causa del *talus* della loro base inferiore, e del polpastrello terminale delle dita.

Il pisiforme è grandissimo, e va provvisto di un forte ventre muscolare per la flessione della mano.

Dunque il fondo della struttura della mano del cane è come quello della mano della tigre, tranne il rimpicciolimento del trapezoide, del capitato, e l' ingrandimento del piramidale; ed infine una minor forza, e minori assicurazioni contro gli sforzi violenti. In conclusione: si

ha un organo meno forte di quello della tigre, e che non va fornito di strumenti energici da presa, come sarebbe in generale la grinfa dei gatti. Diffatti le unghie del cane non sono paragonabili a quelle dei gatti, non sono nè laminari, nè taglienti nè acuminate: ma quasi cilindriche, un po' curve, logorate ed ottuse al vertice (tranne quella del pollice) in causa del consumo quotidiano.

Ma facendo queste osservazioni non dee tralasciarsi di riflettere ancora; quanto sieno realmente minori i casi di sforzi violenti per la mano del cane, in confronto a quelli che sono sostenuti dalla mano della tigre.

Per ogni caso, qui si mette facilmente in evidenza una disposizione peculiare delle parti per le funzioni speciali del cane, che non sono quelle della tigre, nè di qualsiasi altro animale. La mano del cane è un *conceptus sui generis*, in cui sono armonizzati i mezzi al fine in un caso interamente determinato e speciale.

Ai sostenitori della filiazione degli esseri si presenta un problema, la cui soluzione si rannoda con ciò che abbiamo detto per risguardo alla tigre.

Supponendo, cosa non ammissibile, che cioè sulla superficie della terra non esistesse alcun vertebrato, tranne la tigre; e che essa fosse l'unico essere di questa provincia zoologica, un essere senza precedenti, senza un tipo esemplare: si domanda se la zampa della tigre sarebbe costrutta a quel modo che trovasi adesso.

Rifacendoci a considerare ciò che abbiamo visto poc' anzi, credo sia mestieri rispondere affermativamente. I meccanismi, che fra un grande numero di altri abbiamo messo in evidenza, non ci lasciano alcun dubbio. Ognuno è ordinato ad uno scopo, ad una determinata funzione; non vi è pure un osso, od una parte sola, che non abbia un' azione in questa zampa. Ogni cresta, ciascuna faccia articolare, ogni asprezza per quanto possa parer piccola ed insignificante, agiscono tutte: e ciascuna ha un proprio ufficio da compiere, e lo compie di fatti.

Tutto ciò, come si vede, non esce dalle considerazioni meccaniche, che ognuno può fare a suo piacimento.

Ma, stabilito questo principio, ne rimane un secondo. Queste funzioni sono esse armonizzate fra loro in una azione comune? Agiscono tutte coordinate ad un ultimo ed unico effetto?... Potrei dispensarmi da ogni osservazione a questo riguardo, riportandomi a quelle parole, che per la importanza loro ho avuto occasione di citare altrove sul proposito delle parti degli animali. Le vostre parole, o Signore, benchè dette per altri casi, hanno peraltro un' applicazione generale; poichè la perfezione, che che nè dica taluno mal prevenuto, è la caratteristica generale della natura.

Ma nondimeno, voglio tentare un passo avanti. Per manifestare l' armonia delle parti nella zampa della

tigre, ed il perfetto agire così di questo membro come dell' animale intero, cito una osservazione tra le mille che ogni giorno ci stanno sotto gli occhi.

È mai possibile che vi sia qualcuno, il quale recandosi a visitare il serraglio di *Regent-park* o del *Zoological-garden*, non rimanga sorpreso da una rappresentazione così sublime quale è quella del coraggio, della forza, del furore, dell' agilità che addimostra la tigre quando è adirata ovvero tormentata dalla fame? Si può mai immaginare maggior vivacità nella espressione o nei trasporti dell' animale, e nel tempo stesso maggiore accordo ne' suoi movimenti e nel giuoco delle sue membra, a soddisfare i suoi bisogni? Puossi figurare nel suo genere alcun che più perfetto della tigre? Tutte le sue qualità non sono forse condotte al loro punto culminante, e non si riferiscono egualmente bene alle facoltà psichiche, come alle fisiche dell' animale?

Tutti conoscono che i molti mezzi di che l' animale può valersi non agiscono malamente, ma per contrario raggiungono il loro scopo colla massima esattezza; e per non perdere di vista il nostro particolare soggetto, ognun vede che la zampa della tigre lungi dall' agire malamente, serve anzi all' animale con una sorprendente felicità. Essa non potrebbe meglio rispondere a' suoi bisogni, al suo coraggio, alla sua forza generale, ed alla subitaneità delle sue risoluzioni. Nella tigre nulla scarseggia: nè attitudine, nè esecuzione; nè brama, nè conseguimento: nè tendenza, nè soddisfazione.

Considerando dunque due cose: 1.° i costumi (come dicesi) della tigre ne' suoi rapporti col mondo ambiente, e 2.° la struttura delle parti del suo corpo per rispetto alla funzione ed ai bisogni dell' animale, non si può certamente porre in dubbio che *la tigre abbia tutto ciò che le si addice, e che l' intera sua macchina è perfettamente acconcia alla sua azione* (1).

(1) Conosco molto bene, e tutti lo comprendono assai meglio di me, che non sarebbe difficil cosa trovare molti esempi simili a quello che abbiamo visto della tigre. Diffatti chi non intende che sarebbe oggetto degno di eguale ammirazione un bel cavallo lanciatosi a corsa o di galoppo, oppure una scimmia che volteggia sugli alberi, ovvero un uccello che placidamente si libra spaziando in alto per l'atmosfera? Tuttavolta non basterebbe la sola ammirazione a dedurne una conclusione filosofica del genere di quella che abbiamo ricavata sul conto della tigre; perchè non basta limitarsi ad una considerazione superficiale, come ordinariamente si fa, cioè ad una considerazione del tutt'insieme e pittoresca, piuttosto che scientifica. Per farne una giusta stima, converrebbe aver prima sottoposto e gli animali qui menzionati ed altri ad un esame così accurato, come quello e più profondo ancora di quello, che abbiamo fatto di una piccola parte dell'organismo della tigre. Soltanto allora che si è acquistata una profonda conoscenza dei meccanismi di un animale, e quando si veggono questi stessi meccanismi all'opera; soltanto allora, dico, è possibile rilevare la perfetta corrispondenza delle parti colla funzione, e dell' istrumento col suo effetto. Donde chiaramente emerge l' evidenza della perfezione dell' istrumento ancora, se il suo effetto è così adeguato: e quindi ne risulta la conseguenza, che tutto ciò che esiste in questo meccanismo è utile e necessario al compimento dell' istrumento; e che non avvi punto di superfluo, di rudimentale, o di *reliquato* anato-

Dunque, se per impossibile, come abbiam detto, la tigre fosse stata la sola creazione vertebrata che esistesse sulla terra, non potrebbe essere altra da quella che è; la sua zampa non potrebbe essere diversa da quella che è, cioè — zampa di tigre.

Insomma un Creatore non poteva far nulla di meglio per una tigre che darle quella zampa che ha diffatti, senza guardarsi attorno se v' abbia o no altri animali. Il *concetto* di una zampa così costrutta, non implica verun precedente, nè alcun riguardo ad un primitivo disegno generale, nè alcun rapporto o dipendenza di costruzione colla zampa degli altri animali; come una chiave non ha veruna relazione co' milioni di chiavi che sono sulla terra: e se non esistesse che la mia chiave sola, è manifesto che essa non sarebbe nè più nè meno di quella che è. La zampa della tigre è esclusivamente perfetta in sè stessa, ho detto *esclusivamente* da tutte le altre zampe o create o possibili. Molto in alto è riposta la sua ragione di essere; e con-

mico. Parimenti è chiaro che nulla vi si trova per servire ad una *unità di piano* teorica, nè per servire di passaggio ad un prossimo organismo. Allora la semplice intuizione si ferma solo sopra due considerazioni: di un meccanismo costituito a rigore di termini della scienza, e del suo effetto di un perfettissimo risultato. Ma la stessa intuizione è trascinata per forza ad una ulteriore conseguenza, cioè che questo meccanismo è un meccanismo preparato, e di un effetto voluto « da un artefice, che ben conosce il suo lavoro, e il cui effetto era voluto da lui ».

siste nel trovarsi conforme alle leggi di meccanica, di dinamica, di fisica, di fisiologia ecc.

Lasciamo da parte per un momento la questione se la tigre sia un derivato da altri animali per filiazione o no. Quanto al suo organismo, essa sarebbe qual'è, trovandosi come ora in mezzo ad innumerevoli creazioni, del pari che se fosse sola sulla terra.

Voi dunque vedete, o Signore, che la dottrina degli atti di creazione indipendenti non dee trovarsi molto più impacciata a spiegare la costruzione *indipendente* della zampa della tigre, di quello che a spiegare le costruzioni della mano dell' uomo, e, come altrove vedremo, di quella del pipistrello e della foca.

III.

ZAMPA DEL MAIALE E DEL BUE

E

PARTI INUTILI

Noi qui faremo luogo allo studio della zampa del maiale. Dopo quanto si è detto risguardo alle sue dita, chi potrebbe ora passarsene in silenzio? Uno scienziato, che ha goduto di altissima fama, così si esprime: « Il porco è un composto di altri animali; si vede chiaro che ha *parti inutili*, ovvero parti di cui esso non può far uso; ha dita le cui ossa sono tutte perfettamente formate, e che nullameno non gli servono a nulla » (1).

Parti inutili! dita che non servono a nulla! A dir poco, è cosa strana.

(1) Buffon. *Hist. du Porc.* — Non è a maravigliarsi di veder riprodotte sotto forme più moderne le osservazioni già fatte anticamente, e che allora senza dubbio furono giudicate molto scientifiche.

Ma vediamo come sia.

Conviene che ora ci occupiamo di questo grande problema, da noi dianzi enunciato. Premetteremo anzitutto le considerazioni dell'*arto* del maiale sotto il punto di vista della sua meccanica costituzione, e poscia studieremo quelle a cui si dà nome di parti inutili.

MAIALE

STRUTTURA MECCANICA DEL CARPO

Il maiale ha quattro dita nelle sue zampe anteriori. Guardandolo per davanti, se ne veggono solo due grandi e che toccano terra. Le altre due dita più piccole stanno didietro; esse sono complete, armate d'unghia, ma collocate in alto e non giungono al suolo. Di queste piccole dita il primo è l'indice, e l'altro è il quinto dito o mignolo.

Buffon non fa parola del pollice. Questo manca bensì, ma non interamente; diffatti se ne osserva un rudimento assai distinto, rappresentato da un piccolo osso, cioè il trapezio rudimentale e nascosto interamente fra le parti molli.

Il piede del maiale è un semplice sopporto, e non può eseguire veruna preensione od altro movimento, all'infuori del camminare. Se non che le grandi dita sono divaricabili sotto una forte pressione, esercitata sull'arto dal peso del corpo.

Quando la zampa anteriore si inflette pel mutar di passo, essa non si piega già nella direzione dell' asse longitudinale dell' arto, ma alcun poco all' indentro. Allorchè la zampa si stende per toccare la terra, riprende la sua primitiva posizione verso l' esterno.

Tralascieremo di studiare l'omero e l'avambraccio, e noteremo soltanto che sono corti e tozzi.

Le estremità anteriori del maiale sono corte e salde ma sottili e molto basse, considerandole in proporzione dell'ampiezza di volume e del peso del corpo.

Il carpo è composto di tre ossa nella prima serie, cioè dello scafoide, del semilunato, e del piramidale, oltre al pisiforme; la seconda serie, o l' infero-carpo, si compone di quattro ossa, che sono l' uncinato, il capitato, il trapezoide, ed infine il trapezio, come suol dirsi, rudimentale (1).

Per ora lasciamo da banda il trapezio; vi torneremo sopra.

(1) Tavola XI. fig. 1 e 2.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XI.

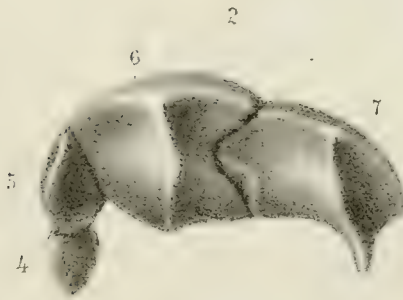
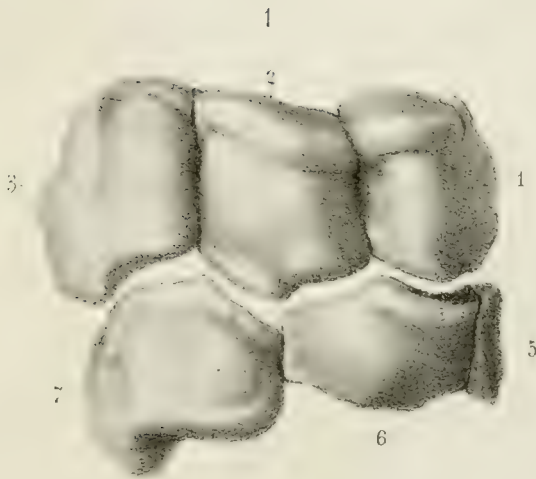
Carpo del Maiale.

Fig. 1. Protocarpo e deutocarpo del maiale — 1) scafoide — 2) lunato — 3) piramidale — 5) trapezoide — 6) capitato — 7) uncinato.

Fig. 2. Faccia interarticolare del deutocarpo del maiale — 4) trapezio — 5) trapezoide — 6) capitato — 7) uncinato.

Fig. 3. Trapezio del carpo umano.

a) sua cresta.

XI
1
2
3
1
5
7
6
2
6
7
5
4
3
a
O. Nannini lit°
Contoli dis°
Lit. G. Wenk

L'interlinea articolare fra le due serie si mostra nella faccia dorsale come un zig-zag (1), poichè lo scafoide, il semilunato ed il piramidale si avanzano in punta sopra l'infero-carpo, mentre formano due seni rientranti sulla linea della loro unione. L'infero-carpo corrisponde per parte sua con una medesima disposizione, poichè il capitato e l'uncinato si inoltrano a punta verso il supero-carpo, e anche le linee della loro unione sono occupate da seni.

Separando le due serie, si vede che ciascuna superficie è tutta unita: la superiore forma un canale, e l'inferiore un cordone.

Il canale risulta dall'innalzamento dal lato dorsale dei margini dello scafoide e del semilunato. Ma dal lato palmare il semilunato sporge anch'esso con un simile processo marginale. Lo scafoide ed il piramidale seguono in minori proporzioni questa medesima disposizione. La faccia inferiore del supero-carpo offre dunque un canale, il cui fondo è però trasversalmente e alternativamente convesso o concavo. Le depressioni esistono nelle commessure delle ossa.

Il cordone o cilindro della faccia superiore dell'infero-carpo è composto dal trapezoide, dal capitato e dall'uncinato. Ma la sua superficie non è già eguale da per tutto. Il cilindro è interrotto da due creste quasi taglienti, che dalla faccia dorsale vanno alla faccia volare; l'una sul mezzo del capitato, l'altra a metà del-

(1) Tavola XI. fig. 1.

l' uncinato. Queste carene corrispondono alle depressioni del canale superiore; esse sono un poco oblique e non interamente parallele. Ne segue perciò che, quando ha luogo la declinazione della mano, la parte inferiore di questa si trasporta in basso verso il lato pollicare. Il non parallelismo è cosa per me inesplicabile: io credo che i due sistemi di carene, benchè non parallele, non si facciano ostacolo nella loro azione simultanea; ma parmi che esse funzionino in guisa, che il loro effetto sia ancora di prestare il contrasto delle facce di *scivolamento* o di *ricollocamento,* quando si tratta della declinazione della mano.

Un rudimento di una terza carena è somministrato dal margine pollicare del trapezoide (1).

La declinazione e l' estensione della mano hanno entrambe i loro limiti ben definiti. I punti sporgenti del supero-carpo oppongono una barriera insormontabile alle ossa dell' infero-carpo, allorchè la mano entra in distensione. Quello che sopratutto è notevole, si è una piccola faccia del capitato che va ad applicarsi sopra una faccia opposta del semilunato: quivi è una perfetta opposizione, e tale, che quando il capitato è giunto a collocarsi sulla faccia del semilunato, si trova allora collocato sopra una base di perfetta stabilità. Quivi dun-

(1) Molte facce influiscono sul movimento di trasporto della mano verso il lato radiale. La faccia dell' uncinato col piramidale coadiuva specialmente questo movimento.

que l' estensione della mano è fermata, e così è perfettamente assicurata la massima forza della posa verticale.

La declinazione della mano ha altresì il suo limite. Il semilunato sporge colla sua punta verso una sinuosità volare del capitato. La declinazione è arrestata tostochè la punta è entrata nelle dette cavità. Anche lo scafoide ha una punta sporgente che corrisponde al mezzo della faccia del trapezoide; codesta punta regola la rotazione del trapezoide e ne fissa il termine ad un dato punto (1).

Non ci è possibile entrare in tutti i particolari che sarebbero richiesti dalle molte facce considerate ad una ad una. Io credo che sarebbe uno studio lunghissimo, e che sol esso richiederebbe molte ricerche dal punto di vista della meccanica.

Noterò soltanto il modo di connessione dei pezzi carpiani fra loro. Lo scafoide nella faccia articolare endocarpiana presenta una convessità laterale, che vien raccolta dalla concavità del semilunato. Il contrario si osserva nella faccia superiore, o radiale: ivi una concavità dello scafoide abbraccia una convessità del semilunato; e il piramidale per conto suo offre un cordone, che è contenuto in una cavità del semilunare (2).

(1) Il movimento della seconda sulla prima serie del carpo è abbastanza libero; essa può scorrere tanto da formare un angolo di 35 fino a 40 gradi od in quel torno.

(2) Tavola XI. fig. 1. — 1, 2, 3.

L' infero-carpo presenta nella sua faccia d' interlinea articolare il trapezoide quasi saldato col capitato, mediante le facce marginali, essendo occupato il centro delle due ossa da un grande legamento interosseo. Il capitato nella sua congiunzione coll' uncinato offre una linea serpeggiante, perchè nel suo mezzo s' inarca un profondo seno che racchiude un grande cordone offerto dall' uncinato (1).

In generale si nota che le ossa di ciascuna serie sono in un modo singolare intrecciate fra loro: la qual cosa dà unità al cilindro ed al canale endocarpiano, e insieme colla unità ancora la forza. Senza questo intrecciamento, la forma colla unità si troverebbero molto esposte, e sarebbe compromessa altresì l' esattezza dei movimenti.

Qui dunque avvi una costruzione di estrema stabilità, per assicurare la corsa del maiale contro ad eventualità di sforzi e lussazioni. La base su cui l' animale poggia è perciò fortissima, e può superare i contrasti e gli sforzi supremi della corsa o della discesa.

Nel concorso delle parti solide colle parti molli risiede la fermezza e la stabilità di codesta base. I pezzi carpiani sono grandi, solidi, massicci; le corde (tendini e legamenti) hanno grande potenza; ma i movimenti di questa mano sono limitatissimi e gagliardamente cir-

(1) Tavola XI. fig. 2. — 5, 6, 7.

coscritti. Ogni sorta di rotazione è impedita: insomma è un carpo adattissimo per la zampa di un animale viaggiatore, ma pesante e senza agilità. Io dico, che la costituzione meccanica di questo carpo non è paragonabile con quella del carpo umano, ma tuttavolta le rassomiglia in quanto che avvi necessità di un elastico fra il braccio e la mano, e l' uno e l' altra compiono realmente l' ufficio di una molla elastica interposta fra l' azione e la reazione.

Questi carpi differiscono fra loro quanto la mano differisce dalla zampa, come differiscono altresì le funzioni loro proprie, e quanto maggiori sono le differenze che esige la *necessità meccanica* per l' adattamento delle estremità agli usi delle specie. L' *unità di piano* non vi ha nulla che fare.

PARTI INUTILI

Torniamo ora alle idee di Buffon, il quale d'altronde, conviene pur dirlo, non è il solo degli scienziati che reputi il maiale un animale incompleto. Egli dunque ci dice, che il maiale ha parti evidentemente inutili, e dita che non gli servono a nulla. Buffon era un naturalista da tavolino e valente scrittore, anzichè uomo dedito alle osservazioni del campo. Questo spiega fino a un certo segno l'*evidenza* di parti inutili, ch'egli riscontra nel piede del maiale. Ordinariamente questo animale si vede camminare, senza che le piccole dita gli servano a toccar la terra. Sì, ma è poi sempre così?

Quando il maiale corre o si aggira per una pianura, quali sono i nostri prati, le sue zampe anteriori stanno ritte, e solo le dita più grandi premono il suolo. Le piccole dita allora restano in alto e discoste da terra. Ma non accade egualmente quando il maiale vive sulle montagne: colà esso sale e discende talora pei clivi; e quando discende, se la pendenza è un po' ardua, le sue zampe si inclinano, ed il piede si stende all'innanzi. Il suolo che in questo caso è basso davanti, è alto di dietro in modo, che le dita piccole sono lunghe abba-

stanza per toccare la terra, e di più per impiantarvisi o per aggrapparsi sulla roccia. Il cinghiale mena la vita nei boschi bene spesso montani, e Virgilio ci dice:

Dum juga montis aper . . . . . . amabit.
Egl. V.

Ed il suo derivato il porco domestico, seguendo l' uomo, abita ben di sovente le foreste alpine.

In questi casi le piccole dita non sono dunque un fuor d' opera, nè sembra che sieno parti inutili (1).

A questo proposito mi rammento della distinzione formulata dal Chauveau, cioè « che le membra anteriori più vicine delle posteriori al centro di gravità, sorreggono maggior parte del peso del corpo (2). Esse debbono per conseguenza essere specialmente organizzate a compiere l' ufficio di sopporto » (3) mentre le

(1) Si osserva ancora che le due piccole dita entrano in azione a sostenere l' animale quando cammina per terreni paludosi.

(2) Chauveau. *Anatomie comparée*, T. 1. pag. 119.

(3) « Le membra anteriori, prosegue il Chauveau, oppongono alla pressione del peso del tronco, che costantemente tende ad abbassarle, ostacoli prettamente meccanici, e di tanta gagliardia che può immaginarsi anche la stazione sulle membra anteriori, supponendo annichilate, fuor d' una sola, le masse muscolari che circondano i loro raggi ossei » (pag. 119).

Lo studio delle parti ossee che compongono la zampa del ma-

posteriori « in uno stato permanente di flessione.... sono mirabilmente conformate all' uopo di servire da agenti della locomozione.... ». Se questo è vero pei quadrupedi in generale, più lo è ancora pel maiale, gravato nella sua parte anteriore del carico di una testa massiccia e di un corpo obeso e pesante. Lo sforzo che cade perciò sulle zampe anteriori basse e sottili, rende le loro due grandi dita insufficienti a resistere nel caso di una di-

iale fá conoscere una disposizione meccanica, che porge il più manifesto carattere di una determinata stabilità, mediante le sole parti solide. Le due serie del carpo sono reciprocamente incastrate; e basta gittare uno sguardo sulla Tavola XI. fig. 1. Ma ciò che non apparisce nella figura, è lo scafoide: il quale posa sul trapezoide che esso abbraccia, nel tempo stesso che si appoggia su di una faccia del capitato. Il trapezoide riposa alla sua volta sulla testa quasi piana del metacarpo dell' indice e sopra un forte *talus* del terzo metacarpo. Non dirò nulla nè del lunato che si interpone quasi cuneo ottuso sulla convergenza delle due metà del capitato e dell' uncinato, nè della posizione del capitato che è ricevuto in una cavità forculare del terzo metacarpo, la cui testa allargatissima raggiunge con un *talus* l'uncinato. Questo riposa sul quarto metacarpo, mediante una faccia reciprocamente ondulata. Ma lo studio delle facce interne è quello specialmente che mostra l' innesto delle due serie fra loro, e quello della inferiore colle teste dei metacarpi. Si sono già descritte le facce di contatto delle due serie fra loro, che si toccano per un canale contenente il semi-cilindro. Dunque la seconda serie è incastonata dalla prima, ed essa alla sua volta racchiude le teste dei metacarpi. Le articolazioni stesse dei metacarpi sulle falangi e delle falangi fra loro offrono nella direzione verticale sì salde basi, che la zampa essendo premuta d' alto in basso porge tutta la resistenza di sostegno, mediante la semplice sovrap-

scesa; e allora appunto entrano di rinforzo le due piccole dita, le quali divengono due punti d'appoggio collocati in addietro. Così il piede per aggrapparsi sul suolo non ha soltanto due dita, ma quattro; e la base di sopporto in questo modo viene ingrandita ed acquista una molto notevole estensione.

Bisogna notar bene che le piccole dita non sono aderenti al di dietro delle maggiori: per lo contrario

posizione dei pezzi solidi. Di modo che ben poca è la fatica che rimane alle parti molli nell'atto della stazione verticale: basta solo che si impedisca la flessione della zampa.

Non bisogna altresì dimenticare, che, durante l'atto della estensione della gamba del maiale, tutte le protuberanze aculeiformi che si scorgono sulle facce superiori e inferiori dei pezzi carpiani, si trovano allora collocate nella loro rispettiva cavità; di guisa che sono tutte fortemente incastrate fra loro, e anche la testa del radio e chiusa fra le punte del carpo.

È cosa notevole che le due ossa metacarpiane del medio non sono eguali fra loro. Il terzo è più robusto che il quarto, e di più è fornito meglio del suo vicino nei rapporti che ha colle altre ossa, poichè da solo si appoggia su tre ossa dell'infero-carpo. Ma bisogna considerare che questa prevalenza appartiene a quella delle due grandi colonne digitali del piede del maiale, che sostiene il vacillare del corpo nel momento in cui l'animale, mutando il passo, poggia sur una sola delle sue estremità anteriori. Laonde maggior forza è concessa a questo lato radiale della mano, ove si hanno a sopportare sforzi maggiori.

Del rimanente non è possibile, come dice Cuvier (*Ossem. fossiles*) « descrivere a parole le parti della zampa del maiale, il cui meccanismo presenta alcunchè di sorprendente da studiare ».

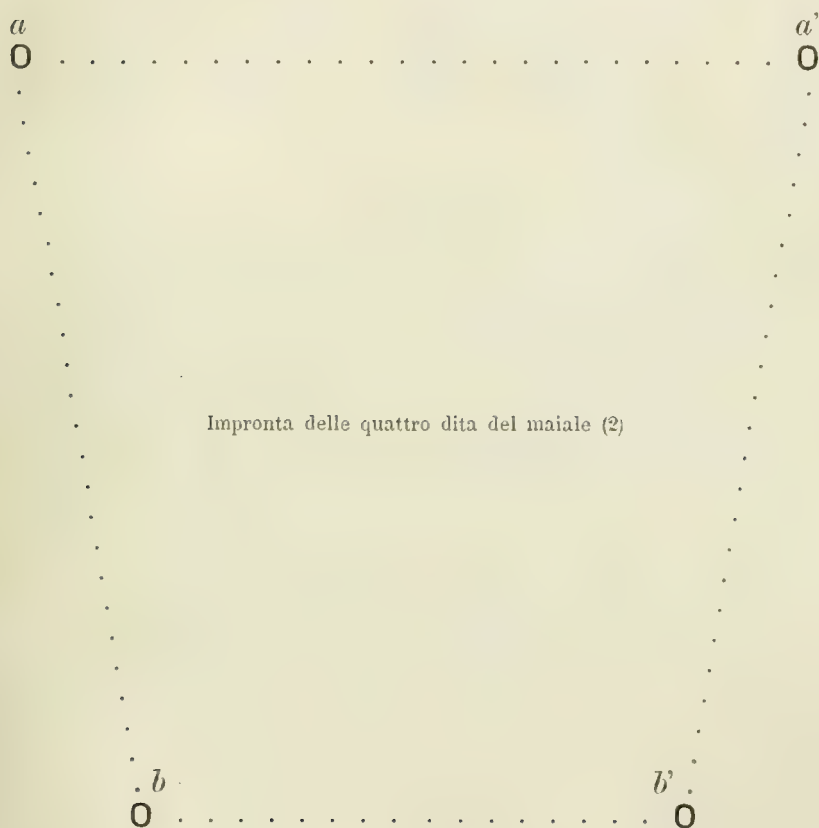
possono divaricarsi all' infuori ed all' indietro. Caricate che siano le quattro dita del peso del corpo, si divaricano scostandosi reciprocamente. Di tal modo, la impronta lasciata sul suolo rappresenta quattro punti inscritti su di un quadrilatero, come qui si vede (1).

a *a'*

O . . . . O

Impronta delle quattro dita del maiale (2)

. *b* *b'* .

O . . . . O

(1) La distanza fra i punti delle piccole dita divaricate è di m. 0, 09, e quella delle dita maggiori è di m. 0, 06.

(2) *a*, *a'*. Unghiette o dita posteriori.

b, *b'*. Punte delle dita anteriori.

Codesto piede così considerato è addivenuto un piede adattatissimo per la discesa, ed eminentemente appropriato pel maiale. La forza di che godono le piccole dita quando entrano in azione, dà all' animale un valido appoggio contro gli scivolamenti. La qual cosa era ben necessaria per codesto animale, caricato e sul dinanzi e indietro di un corpo pesante e di una testa voluminosa e tozza. Tutto il peso gravita, specialmente poi nella discesa, sulle estremità anteriori, le quali sono esili e basse (1).

Del rimanente poi il maiale si serve delle dita piccole quasi come delle grandi, e può rilevarsene la prova dalla erosione patita nelle unghiette. Io ho esaminato le zampe anteriori di un maiale di due anni e che aveva vissuto sulle alte montagne di *Belvedere* nell'Apennino. L' erosione sofferta dall' unghia delle dita piccole era all' incirca eguale a quella dell' unghia delle dita di mezzo; le prime offrivano sfregamenti, erosioni e smussature, ed erano logorate quasi al pari delle altre.

Il mostrarsi sorpreso che *le ossa delle dita piccole siano tutte formate a perfezione*, sarebbe dappocaggine ora che si conosce che queste piccole dita sono una

(1) « Le gambe davanti, dice Buffon, sono sì poco alte, che il maiale sembra costretto di abbassare la testa per appoggiarsi sopra i suoi piedi, e pare che l' intero suo corpo cada all' innanzi. » Se ciò è vero quando il maiale cammina per la pianura come mai non ha visto il Buffon le conseguenze di siffatta conformazione nel camminare per un declivio?

parte integrante della mano del maiale; e che gli *servono benissimo* in tutti quei casi, in cui l'animale deve camminare per un piano inclinato, cosa non molto rara ad accadere.

Sì, le ossa *delle dita piccole*, o meglio l'organismo, o, se vuolsi, il loro meccanismo interno è formato *perfettamente* in armonia colla funzione. La prima falange dell'indice e quella del quinto dito trovano sulla grande testa inferiore del loro metacarpo una valida resistenza nel caso di sforzi dal difuori all'indentro, quando le dita piccole già divaricate puntano sul suolo. Gli stessi metacarpi alla lor volta sono fortemente assicurati sulle grandi ossa metacarpiane del dito medio, in guisa, che tutte queste parti solide forniscono una validissima resistenza alle dita piccole, quando hanno l'incarico della resistenza contro gli scivolamenti del piede.

In quanto alle parti molli, tre corde sono impiegate per dare stabilità e resistenza alle dita piccole (1). Queste sono. 1.° Il tendine flessore *a*, *a* che parte dal grande depressore comune, e poi si inserisce sulla falange ungueale dell'indice e del quinto dito. È mantenuto al suo posto mediante un *tubulo* cartilaginoso, che trovasi sulla testa superiore della prima falange, e mediante il legamento che segue. 2.° Un legamento

(1) Si vegga Gurlt. *Anat. der Haus-Saugethiere*, Tav. 39, figura 6, 7.

b, *b*, il quale, partendo dalla testa superiore della penultima falange, si fissa sulla falange ungueale del dito grande più prossimo (1). Lungo il suo corso passa sul tendine precedente e sotto al legamento trasversale. 3.° Un legamento trasversale *c*, che lega insieme le falangi ungueali delle dita piccole e che getta ancora due fascette alle falangi ungueali delle dita mediane. Quest' ultimo legamento stabilisce in modo ben preciso la possibile estensione della divaricazione delle dita piccole, mentre l' azione del tendine depressore, coadiuvato dal legamento obliquo mantiene le dita stesse immobili e al posto loro, anche quando agiscono e sono sottoposte a sforzi eccessivi. Dalla ispezione di questo meccanismo interno, e delle dita piccole quando sono estese e divaricate, rilevasi che queste dita agiscono in due modi: 1.° somministrano un gagliardo sostegno verticale per la perfetta sovrapposizione degli elementi ossei (2), in modo che il corpo dell' animale vi si può appoggiar sopra con tutto il suo peso; 2.° esse presentano

(1) Tavola XII.

(2) Vedi addietro pag. 190. Nota (3).

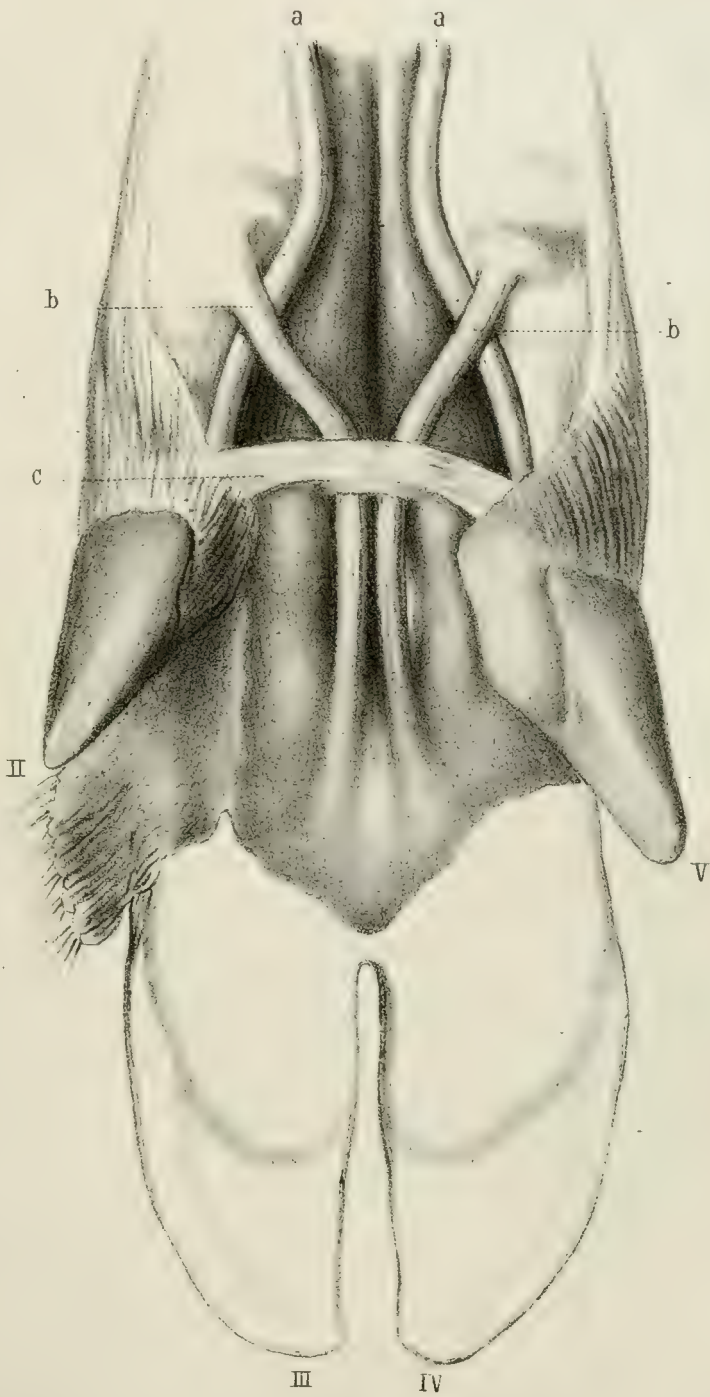
SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XII.

Legamenti degli unghielli del Maiale.

a, *a*) tendini flessori dell' indice e del quinto dito.

b, *b*) legamenti che partendo dalle penultime falangi delle dita II e V. si fissano sulle falangi ungueali delle dita maggiori.

c) legamento trasversale.

O.Nannini lit° Contoli dis° Lit. G.Wenk.

una base dilatata sopra grandi diametri, che sono bene determinate mercè di corde legamentose.

La *inutilità delle parti*, a quanto dicesi, è assai meglio dimostrata dai rudimenti del pollice (1). Di fuori non esiste indizio alcuno del pollice, e ciò non ostante trovasi nel didentro un piccolo osso nella regione del carpo, che è un rudimento del trapezio (2). Non è egli evidente, dirà qui taluno, che questo è un *reliquato* di un altro animale, o se vuolsi uno sviluppo abortito?

No. Per intender bene questa questione, fa mestieri studiarla profondamente. Anzitutto ammettiamo che il pollice sarebbe stato cosa inutile nel piede del maiale. Ammesso ciò, con maggior ragione si dirà che è cosa inutile, se fra le carni è rimasta colà una parte delle ossa del pollice. Per ragionare rettamente bisognerebbe poter dire, che non vi ha falangi, nè metacarpo, nè trapezio. Allora solo potrebbe dirsi veramente che *non vi è pollice*.

(1) Si intende bene che qui non si fa questione di quelle parti inutili, che fossero conseguenza delle modificazioni prodotte dalla domesticità, ovvero dalla profonda influenza del mondo ambiente. Qui si parla di quelle parti che son dette *inutili*, e che hanno relazione col fondo dell'organismo, come quelle di cui è questione in questo capitolo ecc.

(2) Tavola XI. fig. 2,4. « Nel maiale si osserva un piccolo osso che è il rudimento del pollice » Cuvier. *Leçons*, 1. pag. 313.

Adagio a' ma' passi in questa conclusione. Non bisogna dimenticare che spesse volte un osso ha da compiere più di una funzione. Prendo ad esempio precisamente il trapezio. Ognuno sa che quest' osso nell' uomo compie una prima funzione, quella cioè di essere il pezzo fondamentale del sistema digitale pollicare, poichè sul trapezio si muove e poggia tutta la colonna del pollice. In seguito viene una seconda funzione: quest' osso porta un' apofisi o cresta alla faccia volare (1), che serve per l' attacco del legamento annulare trasversale del carpo. Ora se per annientare il pollice, distruggete tutti i pezzi che compongono questo αντιχειρ, voi avete ragione; ma se volete distruggere ancora la cresta legamentare, allora avete torto perchè oltrepassate il vostro scopo. Non si può privare nè il legamento annulare del suo punto di attacco, nè la base della mano di questo legamento che mantiene al posto loro i tendini depressori delle dita. Dunque per agire giusta le regole della scienza, bisogna distruggere le falangi del pollice, il suo metacarpo, e tutta la parte del trapezio che *serve esclusivamente* al pollice. Ma è necessario che rimanga di questo ultimo osso tutta la porzione *che serve per l' inserzione del legamento annulare.* Ecco ciò che è rimasto del trapezio nel maiale (2).

(1) Tavola XI. fig. 3. *a.*

(2) Aggiungasi che, sopra questo piccolo osso ha origine il muscolo adduttore dell' indice. Questo piccolo osso serve dunque sol esso nel maiale a due funzioni, cioè all' attacco di una parte di legamento annulare, ed alla inserzione del muscolo adduttore.

Da ciò si vede che è falso il dire che il piccolo osso è un *reliquato*, un residuo anatomico di un altro animale, un dito atrofizzato: e parimente è falso il dire che esso è un organo in via di formazione, un *rudimento* in istato di sviluppo abortito. Ma dire che è la parte del trapezio richiesto dalla *necessità meccanica* per l'inserzione di un legamento e di un muscolo, è dire la verità, è dare una spiegazione che gode di *consistenza scientifica.*

Se non che mi avveggo di non aver considerato bene codesta quistione. Ho adoperato impropriamente le due parole *annientare* e *restare*, parlando degli elementi ossei del maiale. Infatti qui queste parole *non hanno senso.* Nel pollice non si *annienta* nulla e non *resta* nulla. La costruzione della zampa del maiale nella sua totale perfezione richiede sette ossa carpiane, e di più una cresta che serva all'attacco del legamento, annulare e del muscolo adduttore. Tagliate il legamento e la zampa è storpia; spostate il punto d'attacco del legamento, e la zampa non agisce più bene. Qui tutto è calcolato.

Se alcuno mi dice — questa cresta è al posto del trapezio — io rispondo che *sì*; ma se poi mi si dice che è una porzione di questo primo osso del pollice, io *nego* recisamente. Essa è una parte tutta a sè, che non ha più alcun rapporto col sistema pollicare; poichè, nel maiale, questo sistema non esiste per nulla. La cresta

appartiene a tutt' altro sistema; è uno dei numerosi punti di attacco della rete legamentare della mano. Si crederà forse che sia indifferente l' annientare questa cresta, attaccando poi questo legamento ad un altro osso, o altrove?

Di più, se nella natura vivente non si conoscesse alcun caso, in cui un trapezio fosse sormontato da una colonna pollicare, questo piccolo osso di cui parliamo non poteva mancare nella zampa del maiale, del pari che in quella di molti altri mammiferi. Dunque il piccolo osso è una creazione fatta a bella posta; e nella zampa del maiale null' avvi per conseguenza che sia stato *annientato*, nulla che sia *rimasto* di una struttura precedente o futura più complicata.

Quando tutto ciò che si osserva in un organo (supponiamo a mo' d' esempio la zampa del maiale) è quanto determina in quest' organo stesso una funzione precisa; quando tutti gli elementi di quest' organo servono completamente e perfettamente a questa stessa funzione; quando infine in cotesto organo nulla trovasi, assolutamente nulla, che non sia dedicato alla detta funzione: non si ha forse ogni ragione di dire che l'organo stesso è intieramente ed esclusivamente consacrato a quella tale funzione? Per qual ragione direi che vi sono *residui* o *rudimenti?*

In conclusione, nè le due dita piccole della zampa del maiale, nè le vestigie del suo *trapezio* sono parti

inutili. È molto increscevole leggere in certe opere, le quali godono di grande riputazione, che — « in alcuni quadrupedi le dita di mezzo sono le più lunghe e le sole utili.... » (1) — che « contando i rudimenti imperfetti e spesso nascosti sotto la pelle, non c' è meno di tre dita nè più di cinque nei mammiferi » (2) — che « la natura lascia sempre delle vestigie di un organo, quand' anche sia interamente superfluo, se quest' organo ha compito un importante ufficio nelle altre specie della stessa famiglia » (3) — che « era difficile di intendere per qual ragione vi siano tanti organi rudimentali, privi di un ufficio fisiologico, rappresentanti, apparentemente inutili, di organi necessari ad altri tipi » (4) — che « al didietro di questi zoccoli principali si veggono altresì due piccole produzioni cornee le quali sono state chiamate gli unghielli, e rappresentano due dita rudimentali ed inutili » (5).

Infine il Wallace ci dice, per risguardo agli organi rudimentari, « che esistono siffatti organi, e che in generale non adempiono alcuna speciale funzione nella economia animale; questo è quanto ammettono le pri-

(1) Vicq d'Azyr veggasi Géoffroy St. Hil. *Zool. gen.* pag. 83.

(2) Cuvier. *Leçons* 1. pag. 309.

(3) Géoffroy. St. Hil. *Zoolog. génér.* pag. 89.

(4) Pictet. *Biblioth. univ. de Génève,* 1860, pag. 249.

(5) Desmarets. *Diction. des sciences natur., art. Rudiments.*

marie autorità in anatomia comparata » (1). Parmi per vero dire che troppo sollecitamente si lasci in tronco una quistione di sì alta rilevanza, quale si è l'esistenza di organi inutili negli animali: e penso che non sia sì grande il numero delle *primarie autorità in anatomia comparata* che l'ammettano; ed avrebbe fatto bene a citarle. Prima di fare accettare nel patrimonio della scienza questa opinione, bisogna recare innanzi dei fatti, e, ciò che più monta, dei fatti bene studiati. Non basta ripetere del continuo le stesse asserzioni, *pecudum more,* nè seguire il consiglio di alcuni distinti scienziati, i quali dicono che, a stabilire una nuova verità, occorre pazienza e molta pazienza. No, ciò non basta; perchè prima di ogni altra cosa bisogna possedere la verità, e poscia occorrono prove molto chiare ed aggiustate per far sicuro sè stesso della verità, e per farla intendere altrui.

Non so se si potranno dare spiegazioni sì facili in altri casi che si citano di *parti inutili;* ma propendo a credere, che tutti si porgano egualmente ad uno studio accurato. Ho esaminato solo le unghiette del bue, e ne dirò qualche cosa.

(1) Wallace. *La séléction naturelle. Essais*, pag. 24.

UNGHIETTE DEL BUE

Il bue ha due grandi dita anteriori sulle quali cammina, e due unghiette sospese in alto e all' indietro della gamba. Il piede essendo in riposo, queste stanno pendenti; sembrano allora intieramente libere e mobili in ogni senso. Ma non possono compiere più di un quarto di rotazione; poichè a questo punto divengono ben presto immobili e capaci di offrire una vigorosissima resistenza dal di sotto in su. Inoltre se la gamba trovasi in istato di tensione, le unghiette divengono inflessibili verso l' alto e capaci di una perfetta resistenza.

Le unghiette non sono parti puramente sospese nelle carni. Primieramente, il cuoio le circonda all' intorno, e assicura loro una resistenza proporzionata alla resistenza del cuoio stesso, il quale in questo punto è grossissimo ed in uno stato di distensione. In secondo luogo, quando si è tolto il cuoio, l' unghietta è assicurata ancora sulle ossa del piede mediante robustissime corde legamentose.

Facilmente si pongono allo scoperto due fasci (1). I più bassi *a*, *a*, uno per parte, che formano una fettuccia legamentare di m. 0, 006, la quale proviene dalla falange ungueale e passa sotto l' osso dell' unghietta; si fissa tale fettuccia in parte sotto l' unghietta stessa, mentre con molte altre fibre passa avanti. Questo legamento è messo in istato di tensione in due casi: 1.° qualora sia tirato in basso dal dito grosso, allorchè questo soffre gli sforzi della ambulazione; 2.° qualora l' unghietta sia spinta in alto per l' opposizione di un corpo resistente, sul quale l' unghietta stessa vada a poggiarsi.

Questo primo legamento si oppone dunque acciò l' unghietta non sia spostata verso l' alto.

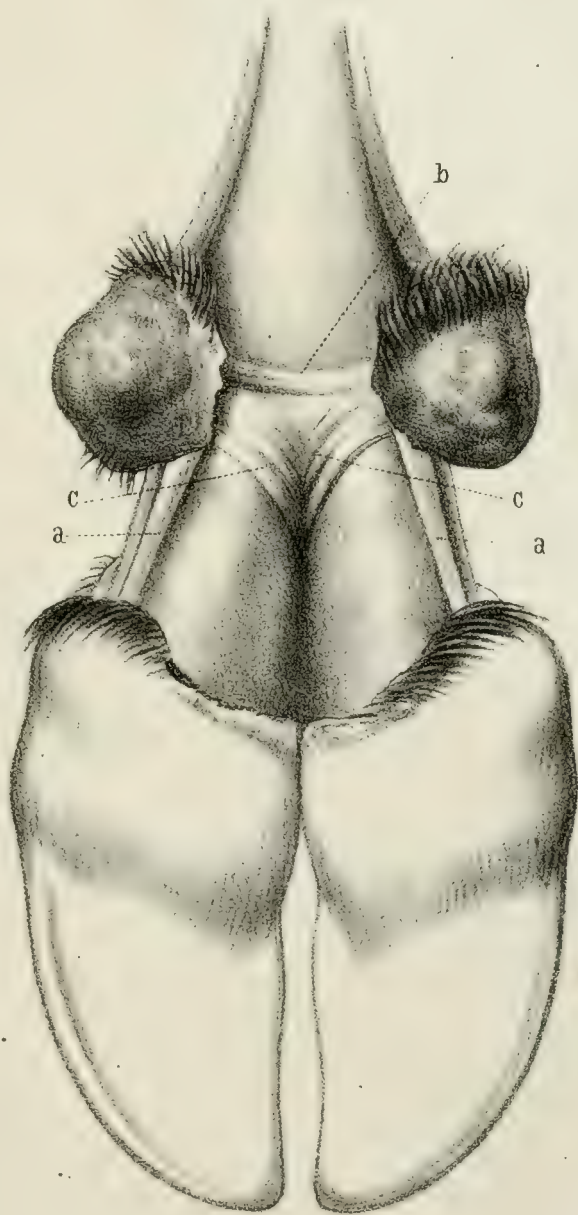
Un altro fascio inoltre più dilatato aderisce al margine interno della parte ossea dell' unghietta. Vi si possono distinguere due masse, cioè un cordone trasversale *b*, che unisce la base di una unghietta a quella dell' altra; poscia viene, ma in continuazione colla precedente, una parte più sviluppata, che partendosi dal lato infero-interno dell' unghietta e scendendo obliqua-

(1) Tavola XIII.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XIII.

Legamenti delle unghiette del Bue (mezza grandezza).

a, *a*) legamenti che riuniscono le unghiette alla testa inferiore della falange ungueale — *b*) fettuccia legamentare traversa — *c*, *c*) aponeurosi legamentare.

O. Nannini lit.° Contoli dis.° Lit. G. Wenk.

mente, e profondamente a foggia di ventaglio, si inserisce fra le due ossa falangiane e fra le unghiette (1).

Questo secondo legamento compie una duplice funzione, e cioè si oppone alla divaricazione delle due unghiette oltre un dato limite; la qual funzione è principalmente propria del cordone *b* trasversale, e si contrappone ancora allo scivolamento in alto delle unghiette mediante l' aponeurosi legamentare *c*, *c*. Questo doppio legamento entra in azione sol quando è necessario opporre una resistenza contro sforzi impressi alle unghiette dal basso all' alto.

Altri due fasci di fibre, parzialmente confuse in una robusta membrana legamentare, si trovano sotto il margine superiore dell' unghietta, ed inclinati un poco a diritta e a sinistra. Anche questi servono a mantenere l' unghia al suo posto, ma sono di grossezza minore che i precedenti. Numerosissimi sono infine i piccoli fasci di fibre legamentari, che dalla faccia inferiore dell' osso dell' unghietta si recano difilato sopra l' osso del piede, contro il quale poi è collocata l' unghietta.

Le unghiette del bue hanno dunque una armatura tutta loro propria di parti molli e inestendibili. Sono corde capaci di una resistenza vigorosissima, e che agiscono quando l' unghietta è spinta in alto ed all' infuori. Il che avviene, o quando il piede si affonda in un

(1) Tavola XIII. — *b*.

terreno paludoso, o quando il suolo è ingombro di zolle di terra o di pietre, o infine quando l' animale scende per una rapida china; e le unghiette allora s' impuntano sulla roccia. In tutti questi casi, le unghiette trovano ostacoli e punti di appoggio nei corpi estranei che sono sul suolo, e vengono spinte con violenza all' insù in ragione della enorme pressione esercitata sopra di esse dal pesante corpo dell' animale Ma bisognami dirlo di sfuggita: credo che le corde legamentari che abbiamo descritte, siano in grado di superare questi sforzi violenti; giacchè lungi dal lacerarsi, stanno saldissime, in modo che l' erosione, lo sgranarsi e la rottura delle unghiette ne sono le conseguenze.

Resta ormai chiaro che le unghiette del bue (1) non sono certamente due corpi inutili, o che torna lo stesso, non sono moncherini ossia rudimenti di dita rimaste là pendenti fra le carni. Gli unghielli del bue sono un organo attivo, ma che funziona a tempo debito, ed hanno un ufficio e un meccanismo ben bene precisato. L' ufficio richiede questo meccanismo di resistenza; e codesto meccanismo essendo adattatissimo, produce immancabilmente questa funzione ogni qual volta l' animale non trova sufficiente appoggio sulle sue dita maggiori. Allora si hanno quattro punti sui quali appoggiasi

(1) Ciò che dicesi del bue, può dirsi del capriolo, in cui si trovano corde simili ed egualmente collocate, e specialmente il legamento trasverso *b* e i due fasci infero-interni.

la colonna che sostiene il suo corpo: vale a dire le due dita anteriori sorreggono la maggior parte del peso; e le posteriori, più piccole, completano l'organo di sostentazione. Qui si ha un meccanismo somigliante a quello del maiale, benchè più semplice. In quello son quattro dita ineguali e divaricabili, che portano l'animale; nel bue si hanno quattro punti divaricabili di sopporto, cioè due dita grandi, e due speroni o unghiette (1).

(1) « Le renne, dice l'illustre Camper *Oeuvr.* T. 1, pag. 344, oltre ai grandi zoccoli, che sono molto dilatati, hanno, come la maggior parte dei cervi, altri due zoccoli più piccoli...; nei piedi anteriori questi zoccoli sono molto più lunghi che non nei posteriori...; sopra questi zoccoli si sorreggono le renne quando stanno in piedi. Olaus Wormius assicura che il piede della renna non isprofonda nella neve, quand'anche sia in polvere, che sino alla altezza dei suoi unghioni posteriori ». Esaminando accuratamente le unghiette del bue, del maiale, della renna ecc. si presentano come un organo a sè, che non diversifica per nulla dal carattere degli altri. Diffatti, quando nella zampa del *Pterocles* o dell' *Aï* è stato bisogno di tre dita, o soltanto di due, se ne ha tre ovvero due; e quando ne sieno occorse quattro come nell'aquila, ce n'è quattro. Or bene questo quarto dito aggiunto ha il carattere di qualsiasi altro pezzo meccanico, che sempre è introdotto per rendere intero il numero degli elementi richiesti al complemento della macchina. Se tre corde non sono sufficienti, ne aggiungete una quarta. Similmente, quando al bue le due dita più grandi non sono sufficienti per discendere da una china, ovvero quando esso si impianta in un terreno melmoso, gli occorre l'aggiunta di due speroni, a quella guisa che osservasi aggiunta una palmatura fra le dita degli uccelli acquatici. Gli speroni non sono dunque un orgamo *abortito;* ma sì un organo aggiunto per *necessità meccanica.*

Si è detto ancora parlando dell' elefante, che esso ha bensì un carpo col suo metacarpo, ma che gli sono inutili, poichè sta tutto chiuso negli integumenti, che si oppongono al movimento dei pezzi ossei e che riducono sotto questo rapporto quei grandi animali alla condizione dei solipedi (1). Forse l' autore di questa osservazione non ha avuto presente che la massa enorme del corpo dell' elefante ha un peso tale, che mette in azione tutti gli elementi carpiani ecc. benchè sieno incrostati, come dice l' autore, dal cuoio che copre il piede. Tutti i piccoli elementi ossei della zampa dell' elefante vi si trovano per compiere l' ufficio di una molla elastica; e sebbene all' occhio nostro le ossa sembrino immobili, esse funzionano senza dubbio con molta mollezza quando sono caricate del grande suo peso. Qualche volta anche gli elastici o molle della meccanica umana sono inflessibili, ma divengono poi molto elastici quando debbono resistere a sforzi supremi. Allora divengono flessibilissimi, perchè sono proporzionati alla resistenza che debbono superare.

Come corollario di questo articolo sulle parti inutili, noi riporteremo ancora la seguente osservazione.

La persuasione della *unità di piano* come principio dominante, pel quale bisogna aspettarsi di trovar

(1) Vicq d'Azyr, citato da Géoffroy St. Hil. *Unité de composition organ.* pag. 83.

riprodotti ad ogni passo gli stessi elementi ossei, si rende chiara per le parole di Meckel (1). « Io non sono stato più fortunato di altri autori, come per esempio il Cuvier, a scoprire una traccia di questo osso (la clavicola) nei cetacei. » Questo Scienziato non si è fatto a cercare se per la macchina del corpo dei cetacei fossero necessarie o no le clavicole; ma si è occupato soltanto di cercare delle clavicole. Si comprende che a lui sarebbe bastato di trovarne anche una sola traccia, e (sia detto fra noi) ancorchè fosse stato cosa fuor di proposito, poco importava; ciò che mettea conto per la teoria si era di trovarcela. Non così ha fatto la natura; e là, ove la clavicola non era necessaria, l'ha interamente soppressa. E la *ragione meccanica* che cosa ne dice?... Dice: là ove la clavicola non è richiesta per la costruzione generale dell' animale, *io non la debbo cercare* (2).

(1) Meckel. o. c. T. IV. pag. 20.

(2) Meckel così alla buona ci annunzia ancora che « i pezzi delle mascelle dei serpenti e dei batraci rassomigliano interamente a costole » (T. 2, pag. 214). Bisogna convenire che qui, come in molti altri casi, questo grande osservatore si è abbandonato a voli fantastici, che non avrebbe forse potuto rafforzare con prove. Io credo che se vivesse ancora l'ottimo Géoffroy St. Hilaire, avrebbe ripetuto a lui ciò che disse per altra occasione: « In verità ci vorrebbe un po' di coraggio per commentare queste pretese analogie » (*Encycl. moderne*, all' art. *Nature*). Meckel però non va tanto avanti quanto l'Oken, il quale giungeva alla notissima formola che cioè « l'intero sistema osseo altro non è che una vertebra ripetuta. »

IV.

LA PALETTA DELLA FOCA

Fra i caratteri più notevoli della mano della foca, v'è quello di essere schiacciata. Le cinque dita tutte in serie, formano una lamina, della stessa grossezza delle ossa, le quali sono altresì molto compresse. Sono scrupolosamente osservate le condizioni richieste per costituirne un remo, e sono: una certa larghezza per battere l'acqua dall'avanti all'indietro, ed una grossezza minima per fendere l'acqua nel ritorno. Questo medesimo fine è stato fedelmente osservato dappertutto, sino a dare un enorme schiacciamento alla parte inferiore dell'avambraccio. La testa inferiore del radio oltremodo depressa, e assai allargata, forma unitamente all'ulna la continuazione della lamina della mano; e la testa inferiore del radio ha acquistato in larghezza tutto ciò che ha perduto del suo ordinario volume.

La paletta della foca gode di un movimento obliquo nell'acqua. Un braccio cortissimo avviluppato per gran

parte entro gl' integumenti, le imprime due movimenti: l' uno di percussione dall' avanti all' indietro, e l' altro di ritorno avanti. È un remo, le cui principali condizioni sono, di dare all' acqua un colpo gagliardo, e di ritornare al suo posto, senza produrre una sensibile reazione. L' omero è cortissimo e robusto; l' avambraccio è parimente corto; l' olecrano sviluppatissimo, ma esso pur depresso e collocato nel piano medesimo della mano (1).

Nella mano della foca si osserva a prima giunta una disuguale distribuzione di forza; ed una concentrazione di essa esiste nel lato radiale, là ove il pollice, fuor di modo sviluppato, è il più grande, più grosso, e

(1) Tavola XIV. fig. 1.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XIV.

Mano della Foca e del Delfino.

Fig. 1. Mano della foca (*Phoca Albini*, Aless.).

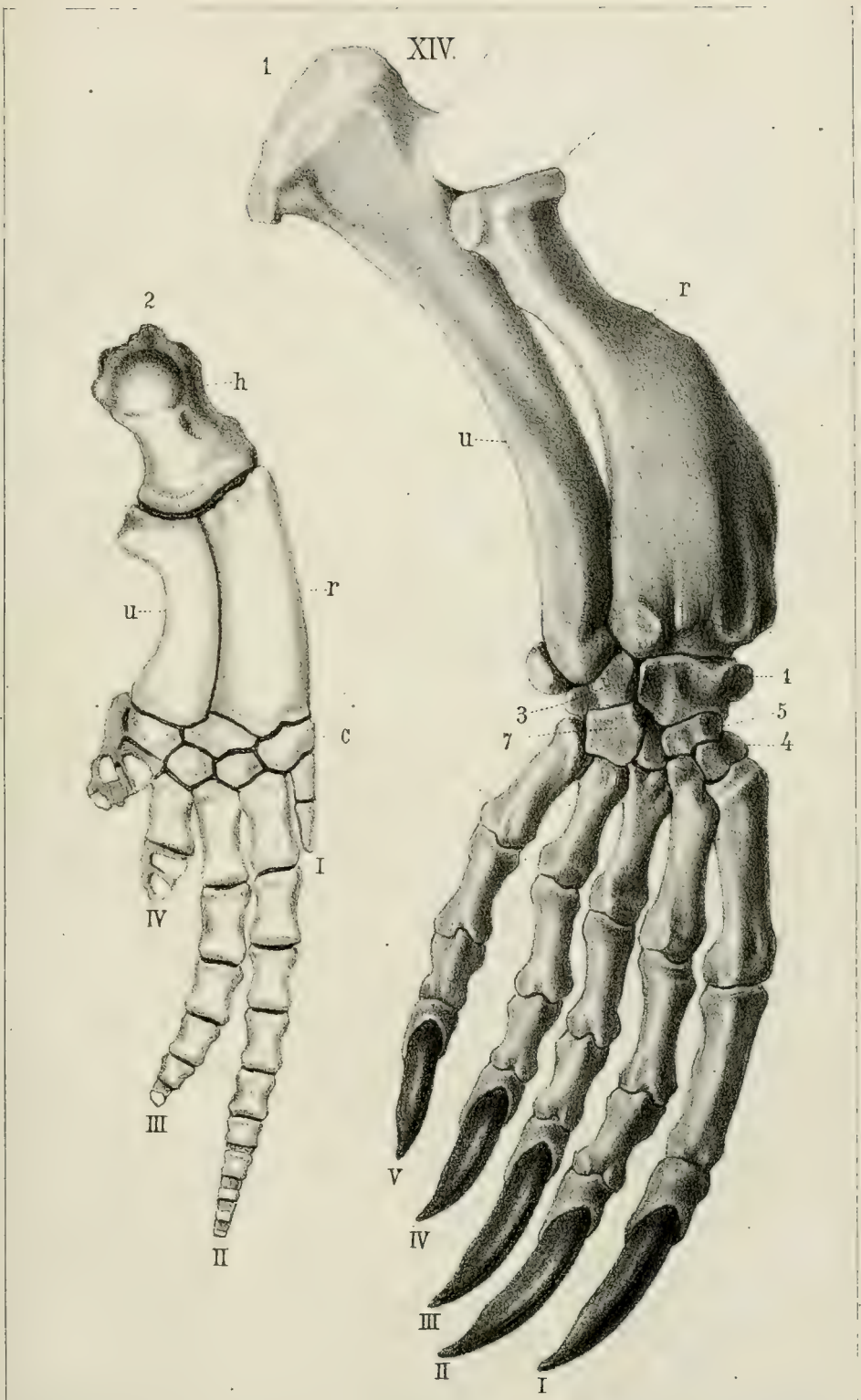
(Figura copiata da Alessandrini. Memorie dell' Accademia delle Scienze di Bologna. Vol. II. Ser. 2 pag. 141).

r) radio — *u*) ulna — 1) scafoidolunato — 3) piramidale — 4) trapezio — 5) trapezoide — 7) uncinato — I) pollice — II) indice — III) terzo dito — IV) quarto dito — V) quinto dito.

Fig. 2. Braccio e mano del delfino (*Delphinus delphis*) a un terzo della grandezza naturale.

(Copiato da Cuvier. Oss. fossil. T. V. tav. XXIII. fig. 22).

h) omero — *r*) radio — *u*) ulna — *c*) carpo — II) dito indice ad otto falangi — III) dito medio a sei falangi.

O. Nannini lit. Contoli dis.° Lit. G. Wenk.

più lungo delle dita. La maniera ond' esso è impiantato, e noi l'esamineremo più innanzi, gli dà una base molto più salda che non quella delle altre dita (1). Un' altra linea di forza si trova al lato esterno della mano: il che vedremo in appresso.

Le altre dita sono gradatamente più corte e più deboli, e si trovano tutte cinque in una medesima serie, compressa e stretta. La loro estremità è un po' arcuata al di fuori della mano, per modo che il disotto dell' unghia del pollice guarda l' indice, quella dell' indice il dito medio ecc. (2).

Il carpo ha sei pezzi, oltre il pisiforme. La prima serie contiene soltanto due ossa: l' uno grandissimo (3) che si articola col radio, l'altro che corrisponde al termine dell' ulna; ma esso si frappone anche fra le due estremità dell'osso dell'avambraccio a maniera di cuneo. Il primo, pel complesso de' suoi caratteri, è lo scafoide; ma si considera come un duplice osso, composto dello scafoide e del semilunato (4).

L'altro è il piramidale.

(1) Si vegga Cuvier. *Ossements fossiles* T. v. pag. 225.

(2) L'asse dell' articolazione del metacarpo col dito, non è già nella direzione della palma della mano. Le due direzioni si intersecano sotto un angolo di 45 gradi per le due prime dita. Il piano inferiore delle unghie, e per conseguenza il loro piano d' azione, è quasi parallelo al lato della mano.

(3) Tavola XIV. fig. 1 — 1.

(4) Cuvier. *Ossem. fossil.* pag. 225.

Nella faccia inferiore dello scafoidolunato, si ha un incavo a guisa di doccia, uno de' cui margini rialzati si trova dal lato volare, l'altro dal dorsale. Peraltro questa doccia non è trasversale nè antero-posteriore, ma bensì obliqua. Il suo asse trasversale, compreso fra i margini rialzati, è precisamente, come abbiamo detto, nella direzione del piano inferiore delle prime unghie, e per conseguenza la sua estremità dorsale si trova sopra l'indice, mentre la volare è sul pollice. La sua concavità non è dappertutto uniforme, perocchè alcune parti profonde ed altre rilevate la rendono complicata, e la dividono come in due cavità. Inoltre essa è rivolta alquanto verso il lato volare.

In questa doccia vanno a collocarsi il trapezio ed il trapezoide. Il primo si mostra solo in basso (1) dal lato dorsale; il secondo, cioè il trapezoide, che colla sua testa inferiore tocca il metacarpo dell'indice, si estende sul trapezio e lo disgiunge nettamente dallo scafoidolunato. Tutto l'opposto si riscontra nella faccia volare, poichè quivi il trapezio occupa l'intero posto sino al capitato ed allo scafoidolunato. Il trapezoide non apparisce presso che nulla da questa parte, perchè è racchiuso in una grande infossatura del trapezio. Onde consegue che le due ossa si innestano scambievolmente e s'intrecciano l'una coll'altra, ma le loro facce superiori si trovano al medesimo livello, e sono a contatto così, che di entrambe si costituisce una sola faccia quasi

(1) Tavola XIV. fig. 1 — 4.

continua, molto convessa, e foggiata in modo che le due ossa entrano perfettamente nella doccia sopra descritta. Il trapezio occupa la metà volare, ed il trapezoide l' altra dorsale. Formano dunque insieme una sola faccia articolare spezzata, convessa, che trovasi collocata obliquamente rapporto alla direzione della serie delle dita, ma parallelamente al grado di torsione della punta delle dita stesse (1).

Lasciamo per un momento questo lato pollicare della mano della foca, per esaminare l' altro lato del dito mignolo.

Il quarto ed il quinto dito posano sull' uncinato nel lato dorsale. L' uncinato presenta dalla sua faccia inferiore una cresta, che separa due facce fortemente inclinate: l' una delle quali pel contatto col capitato, l' altra pel contatto del quarto osso metacarpiano; di più, sopra quest' ultima, si presenta una faccia quasi verticale pel contatto di una parte della testa del quinto metacarpo. Ho detto una parte, perchè la testa superiore

(1) Ne consegue, che le basi del pollice e dell' indice formano una base sola per questo incontro o intreccio del trapezoide col trapezio. Codeste due dita sono dunque riunite alla lor base per due cause: 1.ª per l' incrociamento del trapezoide col trapezio; 2.ª per la sovrapposizione collegata dell' indice col trapezio. Il trapezio e il trapezoide, invece di agire sopra una superficie convessa dello scafoide, come avviene nell' uomo, nella foca si trovano incastrati entrambi in una doccia dell' osso medesimo.

di quest' osso è anch' essa assolutamente cuneiforme, e divisa da uno spigolo in due facce opposte; ed è chiusa in una specie di doccia pur essa cuneiforme. I margini o facce di questa doccia sono costituiti come si è detto dal lato dorsale per la faccia dell' uncinato e dal lato volare mediante un *processo* del piramidale, *il quale discende tanto in basso che raggiugne il livello dell' uncinato.* Dunque il dito mignolo è in rapporto diretto col piramidale, e trova su di esso un valido appoggio, che generalmente manca in molti altri animali (1). La doccia singolare che ne risulta non è antero-posteriore; essa è obliqua, ma il suo grande asse trasversale non segue la direzione della doccia scafoidale, da noi già descritta. Il suo asse è precisamente ortogonale a quello dell' altro.

Le conseguenze di siffatta costruzione non possono lasciare alcun dubbio. I movimenti del pollice e dell' indice per una parte, e quelli del quinto dito per l' altra, sono movimenti circoscritti e determinati dai margini rialzati delle due docce. Le parti che vi sono racchiuse, non possono eseguire che certi dati movimenti, mentre altri restano ad esse impediti. Ciò che è più notevole si è la opposta direzione degli assi di coteste docce.

D' altronde avvi nella foca una disposizione di pezzi carpiani, che non si riferisce interamente all' uso del nuo-

(1) Veggasi addietro l' articolo **Cane.**

tare. La paletta della foca non è un organo puramente acquatico; se il fosse, sarebbe qual è nella balena o nel delfino, vale a dire mancherebbe di unghie (1). Le unghie della foca, grandi, robuste, acuminate, permettono a codesto animale di compiere movimenti di forza; e diffatti esso ne eseguisce, sia nei combattimenti, sia arrampicandosi sulla terra, ovvero sui ghiacci polari. L'armatura carpiana dee dunque premunire le membra della foca contro violenti colpi di lato, di torsione ecc.

Non entrerò qui ad esaminare per minuto tutte le modalità che presentano i pezzi carpiani, sotto quest' ultimo rispetto; toccherò soltanto di alcuni punti principali.

Per quanto risguarda il protocarpo, abbiamo già parlato dello scafoidolunato e del piramidale. Il primo, notevole per la doccia; l' altro più notevole ancora per l' estensione al basso del suo *processo* volare, sul quale il quinto metacarpo trova un valido e diretto appoggio: ma vi hanno ancora altri rapporti col capitato, e coll' uncinato.

Il deutocarpo ha l' osso uncinato più grande che non il capitato, e mantiene rapporti diretti ed estesi collo scafoidolunato, perocchè sopravanza di molto l' altezza del capitato. Con ciò possiede maggiore potenza, per rafforzare d' assai più la parte esterna della mano.

(1) Si veggano più innanzi le osservazioni sulle pinne.

Il capitato è piccolissimo, senza mazza, e termina alla cima in una punta coniforme. Esso ha poca importanza nel carpo della foca; tuttavolta le sue facce laterali di scivolamento, e l'osso stesso che sporge in alto nell'interlinea articolare endocarpiana, gli permettono di superare (unitamente, a quel che sembra, coll'uncinato) qualche sforzo di torsione, a cui può andare incontro la zampa nella sua azione fuori dell'acqua.

Non abbiamo nulla da aggiungere a quanto dicemmo sul trapezio e sul trapezoide. Ma considerando il carpo in generale, si vede che i livelli diseguali, a cui arrivano i pezzi carpiani, formano una disposizione adattissima per resistere ai colpi di fianco, mercè il contrasto delle parti solide. I colpi per esempio nella direzione del quinto dito verso il primo, cioè il pollice, vanno a concentrarsi sullo scafoidolunato; e la curva che hanno le unghie, manifesta come sieno più frequenti e più forti i colpi estero-interni.

Uno dei caratteri più spiccati della mano della foca consiste nella semplicità e nella piccolezza delle teste superiori delle ossa medie del metacarpo. Quando si rammenta quanto sia grande il *talus*, l'estensione e l'appoggio che sono stati prodigati alle basi di questo stesso osso per loro sostegno, sia nella mano dell'uomo che in quella della tigre (1), si resta maravigliati della meschinità di

(1) Si vegga addietro pag. 97, Tav. VI. fig. 2 e 3, e quanto alla tigre pag. 149, Tav. VII. fig. 2.

forza che manifestasi nel secondo, terzo, e quarto metacarpo della foca. Qui non c' è nè *talus,* nè basi estese, nè rapporti moltiplicati colle circostanti ossa carpiane. La testa del terzo metacarpo, che nell' uomo è tanto estesa e complicata, nella foca al contrario è un piccolo quadrato con faccia quasi piana ed un po' concava; e tutte tre le ossa non sono che piccole facce, la cui estensione non sorpassa o non raggiunge pure la grossezza dell' osso. Tutto ciò prova la debolezza dei rapporti delle tre dita di mezzo sulle loro basi.

Dunque la mano della foca è un istrumento destinato a due usi diversi: 1.° del nuoto per procacciarsi il cibo; 2.° dell'arrampicarsi sulla terra, specialmente per allevare la prole.

Pel primo di questi uffici, converrebbe che questa mano fosse un remo; pel secondo invece, che fosse una grinfa. A formare il primo basterebbe un numero di pezzi quasi cartilaginosi, e di una costruzione analoga a quella della paletta del rorqualo, della balena, ecc. (1). Quanto poi alla seconda, occorrerebbe un' armatura ossea di fortissima resistenza.

Questa duplice funzione non può conciliarsi bene in un solo istrumento; poichè non è possibile avere un remo che al tempo stesso sia una grinfa, nè una grinfa che sia del pari un remo perfezionato. Ma siccome è

(1) Si vegga la Tavola XVI. fig. 2 e 3.

necessario avere in fine un istrumento, che serva per quanto è possibile alla vita anfibia dell'animale, bisogna che l'istrumento sia foggiato in tale maniera da agire così nell'uno come nell'altro modo. Siffatto istrumento sarà sempre imperfetto ogni qual volta si consideri relativamente ad uno solo dei due usi: sarà cioè una grinfa imperfetta, in quanto che tiene del remo, e viceversa. Ed invero, come remo non gli è necessaria una armatura assolutamento ossea, nè pel carpo, nè per le falangi, nè di avere unghie ecc.; e come mano che si arrampica, non le si affà nè la forma di paletta, nè le dita poco divaricabili, nè il braccio impegnato sotto gl'integumenti: le quali cose tutte rendono poi tanto impacciato l'animale ne' suoi movimenti.

Si direbbe che nella paletta della foca si è dovuto provedere più alla vita terrestre dell'animale colla armatura ossea e colle unghie, che non alla vita marina colla forma di paletta. Ma la vera ragione è questa, che la funzione dell'arrampicarsi, per un corpo sì pesante come quello della foca, richiedeva una resistenza assoluta, e molta forza; per ciò poi che risguarda il remo, è quistione di forma piuttosto che di meccanismo interno.

Compiremo l'argomento della foca con un'ultima osservazione.

Non avvi certo alcuno, che or non intenda, come in un esame quale abbiam fatto noi della zampa della

foca, tutto ci dimostri avervi qui una differentissima costruzione, a fronte di ciò che si riscontra nella mano dell' uomo, nella zampa della tigre ecc. Per necessità, anche il modo di agire è interamente dissimile. Ciò che costituisce il carpo sono certamente gli elementi stessi, che si trovano nelle mani di tutti gli animali sopraindicati. Ma quali elementi? Benchè la frase possa parere strana, conviene compierla per intero.... Le ossa carpiane sono piccoli pezzi ossei collegati insieme, e null' altro che piccoli pezzi ossei; perocchè non vi è forma, nè grandezza relativa, nè reciproci rapporti, che siano identici nelle indicate estremità dell' uomo, della tigre, della foca ecc. E ciò che è più notevole si è, che le funzioni dei piccoli pezzi componenti il carpo, non sono le medesime per tutti, salvo quelle di costituire col loro insieme un freno contro gli sforzi violenti, a cui la mano ben di sovente è sottoposta. Ma un si fatto ammortizzatore è *toto-coelo* differente nei singoli casi, giusta le differenze che passano fra la mano dell' uomo, la zampa della tigre, l' ala del pipistrello, e la paletta della foca. Solo una condizione è generale, e propria di tutti i carpi, ed è quella di essere una parte polimera ed elastica, per decomporre gli sforzi (1).

(1) Ripetiamolo ancora (benchè questa qualifica data ai pezzi carpiani possa parere strana) considerando tuttavia la quistione nella sua massima generalità, bisogna notare che in qualche caso queste ossa perdono realmente tutte le loro ordinarie attribuzioni, toltane una sola, come ad esempio nei cetacei. Le ricerche di Bambèke,

Oltre a questa prima conseguenza, un' altra se ne trova che tocca l' intimo della nostra questione. Le costruzioni da noi già considerate sono, come abbiamo detto, tutte essenzialmente diverse le une dalle altre. Ma vi è di più; ciascuna di esse funziona diversamente: la qual cosa non potrebbe accadere altramente, giacchè cause diverse producono effetti diversi; e ciò che più monta ancora, l' azione di ciascuna di esse è in proporzione, in accordo, in armonia, coi bisogni, colle abitudini, colla natura delle specie, alle quali appartengono quelle costruzioni. Il carpo e la mano dell' uomo sono dunque foggiate a pro dell' uomo, quelle della tigre per la tigre, quelle della foca per la foca ecc. Noi abbiamo dappertutto costruzioni adatte e perfettissimamente adatte allo scopo: non si potrebbero immaginare diversamente da quelle che sono; e sono quali sono per

di Gegenbaur, e di altri sul carpo di questi animali, e l'incertezza in cui essi trovansi per determinarne i pezzi, ci addimostrano che le ossa carpiane considerate nella universalità dei vertebrati, sono puramente materiali, variabili nel numero, nella forma e nella disposizione o nel collocamento, secondo le funzioni dell' arto al quale esse appartengono. Quando per esempio, esse sono ridotte a due o tre ossa, distanti fra loro senza contatto, ed avvolte in una cartilagine generale (Tavola XVI. fig. 2, mano della balena), allora si vede ridotta al *minimo* la importanza dei pezzi carpiani, ed inoltre si vede come l'individualità anatomica, se è lecito esprimersi così, che i Zootomisti si erano sforzati di attribuire alle ossa carpiane, sparisce, non ostante gl' ingegnosi sforzi fatti per conservare loro un posto determinato. (Si vegga Meckel, T. 4).

necessità meccanica, *fisiologica* ecc., giusta una costruzione razionale e scientifica. Insomma sono cause preparate per assicurare un effetto che si è proposto. Io non trovo qui verun difetto di saggezza, nè di scienza, nè di previsione; per lo contrario vi scorgo anzi la grande arte della natura co' suoi *concetti* di un ordine elevatissimo, e la cui sublimità è disconosciuta soltanto per la leggerezza onde sono considerati.

Dopo tutto questo, non sarebbe una celia evocare qui la teoria della *unità di piano?* (1).

Non si può abbandonare l' argomento della foca senza ritornare infine ad una volgare osservazione; ed è che questo animale *ha certe forme di pesce*. Altri animali hanno del pari tali forme; e la balena, il narvalo,

(1) Si è detto che « la foca è un *vero mostro*, (Durand, o. c. pag. 92) e che la sua struttura è piena di contraddizioni, di paradossi ecc. ». Io credo che l' autore non abbia pensato, che gli si potessero chiedere le prove de' suoi asserti; poichè, se ci avesse riflettuto solo un momento, avrebbe moderato quelle parole. — Se la osservazione di certe parti animali passasse dalla penna di qualche amatore di storia naturale a quella di alcuni fisici, od istruiti meccanici, oh quanta differenza si troverebbe nei loro giudizi! Poveri amatori della natura, tanto facili a persuadersi delle più leggiere apparenze, se avessero per controllori il Faucault, Brougham, Cruveilhier, Weber, Tyndall...! Eglino sarebbero doppiamente dolenti del loro risultato, vedendo crollare il loro piccolo edifizio, e conoscendo qual cattivo servigio hanno reso alla scienza.

il delfino, la morsa ecc. sono del novero. Tutti hanno certe forme di pesce. — La teoria della discendenza degli animali e la dottrina degli atti di creazione indipendenti si trovano senza dubbio impacciate per cagione di questo curioso problema morfologico. — Sarebbe mai che i mammiferi ictiomorfi fossero un passaggio ai pesci?

Senza dubbio è quistione molto viva; ma noi non l'affronteremo nella sua generalità. Ci basterà dirne qualche parola, che servirà a chiarire il nostro principale assunto.

Primieramente diciamo. — O conveniva abbandonare l'idea di fare dei mammiferi che abitassero il mare; o bisognava dar loro tali forme che mettessero in accordo quegli animali col mezzo in cui dovevano vivere; bisognava insomma che loro fosse possibile la vita nell'acqua.

Questa proposizione non ha bisogno certamente di essere provata.

Essi abbisognano per esempio di organi bastevolmente sviluppati pel nuoto (la paletta, la coda da nuoto, la parte muscolare, il lardo in vece degli integumenti caloriferi ecc.); mentre nel restante è conservato il tipo mammifero, come il latte, la gestazione dei feti, la respirazione aerea. Ma le particolarità che abbiamo notate dianzi, sono particolarità di forme, e più che di forme, sono proprietà di pesce.

Hannovi osservazioni semplicissime, che peraltro si son fatte forse di rado, e, senza dubbio, mai si son fatte da coloro che giudicano, a mo' d'esempio, il tipo *pesce* essere un *concetto* di elezione, una contingenza nel sistema della vita animale sulla terra, del quale potrebbesi facilmente far di meno, immaginando a piacere un altro tipo acquatico. Ma non è così.

Poniamo in questo luogo alcune considerazioni, benchè possano parere un po' fuori di posto.

Io non suppongo accidentale la fecondità dell'aringa. Se qualcuno ne dubitasse potrei rileggergli, o Signore, le vostre parole colà ove dite: « Se molte uova o piccoli, sono esposti ad essere distrutti, bisogna che ne siano prodotti in grande quantità, altrimenti la specie n'anderebbe estinta » (1). Or bene, ciò posto, si immagini il tipo mammifero esteso al caso dell'aringa, e si mettano trentamila feti nel ventre dell'aringa femmina. Considerando le proporzioni del corpo di questo pesce, che è quello all'incirca di una

(1) Darwin. *Origine* ecc. pag. 97, 94, 95, 96, 291 ecc. Si vegga del pari Van Beneden (*Bull. Acad. Roy. de Belgique* T. V. 2.ª ser. 1858, pag. 615) « . . . La potenza di riproduzione è proporzionata al pericolo che si incontra nella carriera vitale della progenitura, come la tenacità della vita è in rapporto colla maniera di vivere. Per gli uni, un uovo o due bastano alla regolare perpetuazione della specie; per gli altri ne occorrono migliaia . . . » ecc.

15

donnola o di un sorcio, un feto avrebbe dimensioni tali che trentamila di essi formerebbero il volume di un cubo, avente presso a poco m. 0, 20 di lato. L' aringa femmina dovrebbe dunque avere, all' epoca che deponesse i suoi piccoli, un corpo tanto teso da superare di quaranta volte la sua mole ordinaria.

Dopo ciò, ecco alcune dimande. Quali movimenti saranno allora possibili al pesce? Quali delle sue parti potrebbero godere di siffatta distendibilità? Ove collocare tante migliaia di mammelle? Qual nutrimento dare alla madre per alimentare i suoi feti, e somministrare cotanto latte a' suoi piccoli?

La generazione *vivipara* con allattamento, riesce impossibile; convien dunque passare al tipo *oviparo*.

Ma seguitiamo innanzi. Un mammifero nel mare è un nuotatore, e tutt' al più sarà un palombaro, ma non sarà mai un essere *vivente nell' acqua*. Voi potete a tutt' agio variare colla vostra immaginazione le forme, le dimensioni, le tendenze dei mammiferi nel mare, ma non popolerete giammai l' acqua; ne coprirete a vostro grado la superficie, ma non porterete mai la vita nei profondi abissi delle acque mediante i mammiferi; perchè un mammifero non potrà mai restare per tutta la sua vita immerso nell' acqua, essendo aerea la sua respirazione. Per farne dei veri *acquatici* bisogna dar loro le branchie, cioè una respirazione coll' intermezzo

dell'acqua: dunque non più polmoni dentro al torace, ma branchie ai lati della testa. Ad affrettar qui la corrente dell'acqua nella respirazione del pesce, bisognava dissaldare gli elementi ossei della testa, per costituirne una specie di soffietto che potesse accelerare la corsa dell'acqua per attraverso alle barbule branchiali.

Il tipo animale a respirazione aerea è incompatibile *coll' elemento acqueo;* bisogna passare al *tipo branchiale* con tutte le sue conseguenze.

Per siffatta analisi si veggono dileguare ad uno ad uno fino all' ultimo i caratteri di *mammifero,* e sorgere passo passo gli elementi del tipo *pesce.*

Daltronde, spingendo la nostra attenzione più da vicino al nostro soggetto, vediamo che il movimento di un mammifero nell' acqua implica speciali esigenze, e fuor di dubbio differenti da quelle che spettano al movimento sulla terra o nell'aria. Peraltro è un fatto semplicissimo che si ricerca: la propulsione del corpo all'avanti, o, a dir più breve, la traslazione. Il che può farsi, senza alcun dubbio, in molti modi. Ma per avere un propulsore razionale nell' acqua, e conveniente all'animale, gli occorrono alcune condizioni ben definite. Anzitutto dev' essere un propulsore elastico; essendochè è un principio sempre mai osservato nella costruzione degli organi motori degli animali, sieno poi terrestri o volatili o acquatici, che, durante l'azione, non si pro-

ducano scosse nel corpo dell' animale. Abbiamo visto che l' elasticità è stata assegnata in molti casi al *carpo;* ma qui mette conto osservare come il carpo scemi della sua importanza di complicazione e di estensione, od anche scomparisca di mano in mano che l' elasticità è affidata ad altre parti, sieno poi *penne* o *natatoie*.

Abbiamo parlato altrove delle estremità ambulatorie o preensili; ma non ci siamo ancora occupati delle ali e delle natatoie. Convien dire qualche cosa di queste ultime, tanto più che ci riconducono sulla nostra via, vo' dire allo studio della paletta della foca.

La pinna di un pesce selaceo (1) si presenta come un complesso di pezzi sovrapposti gli uni sugli altri, onde risulta in grande una forma *bacillare* o a raggi. Questa forma è ancora più spiccata nei pesci ossei, le cui natatoie sono un aggregato di raggi spesso dico-

(1) Tavola XV fig. 3.

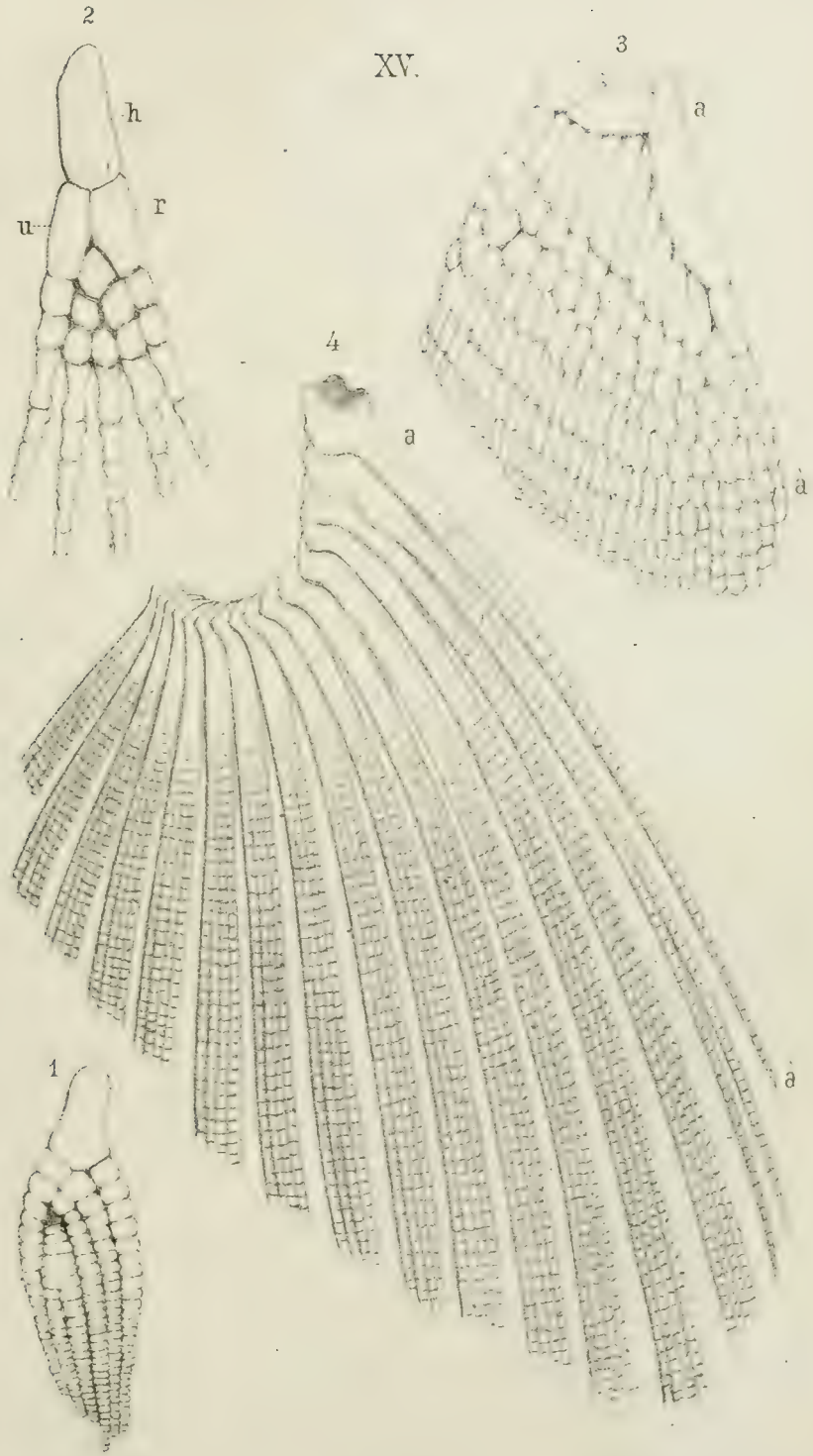
SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XV.

Pinne.

Fig. 1. Pinna di un Ittiosauro.
Fig. 2. Pinna di un anfibio.
Fig. 3. Pinna di un pesce selaceo.
a, *à* lato supero-interno.

(Tratte da Gengenbauer. Grundzüg, der Vergleichenden anatomie, Leipzig 1870)

Fig. 4. Pinne di un pesce acantopterigio.
a, *à* lato supero-interno.

O. Nannoni del.   Contoli dis.°   Lit. G Wenk.

tomi, tutti costituiti da articoli sovrapposti, e forniti di un certo grado di mobilità. La struttura articolata, la dicotomia, e gli articoli gradatamente più sottili verso l'estremità, formano della natatoia un organo eminentemente flessibile ed elastico. Peraltro una natatoia di pesce non è mai dappertutto uniforme nella struttura. Oltre che gli articoli sono più sottili, come abbiam detto, verso l'apice che non alla base; qui le articolazioni sono di sovente fuse insieme, e non si distinguono per nulla, o quasi nulla. Qui tutti i raggi sono più grossi, e nel tempo stesso più compatti e solidi (1). Ma ad uno dei margini della natatoia vedesi ben anche uno o più raggi di maggiore solidità e rigidezza, e che alle volte sono veri aculei completamente inflessibili: il che si riscontra negli acantopterigi. Anche nella pinna di un selaceo, del quale abbiamo parlato (2), il lato superiore *a à* va fornito di forza e di resistenza molto più che in qualsiasi altro punto. Ma bisogna che questo lato *a à* si trovi al posto dei raggi rigidi dei pesci ossei; vale a dire, bisogna che siano tutti sull'asse di forza della pinna, il quale asse percorre il lato supero-interno della natatoia.

Dopo di ciò, considerando una pinna pettorale di pesce, si vede che possono tracciarvisi due linee in due direzioni: l'una dalla base al vertice, l'altra dal mar-

(1) Si vegga Cuvier, *Poissons*, T. 1. pag. 378, e la nostra Tavola XV. fig. 4.

(2) Tavola XV. fig. 3 *a*, *à*.

gine superiore all'inferiore; e il carattere di queste direzioni è di un decrescimento di forza o di resistenza. In altre parole: sono le direzioni della flessibilità crescente delle pinne, che offrono per conseguenza il carattere di una *elasticità distribuita sopra la loro superficie, mediante regole determinate*. Di guisa che l'istrumento, quando trovasi in esercizio, spiega una forza elastica, la quale fa progredire o rivolgersi mollemente l'animale senza veruna scossa (1).

Riunendo sotto un medesimo punto di vista generale tutto ciò che abbiamo fin qui analizzato, vediamo che l'elasticità di una pinna in fin de' conti si appoggia sulla forma raggiata, essendo i raggi formati da un numero maggiore o minore di pezzi mobili gli uni sopra gli altri.

Fuori della classe dei pesci si hanno delle pinne anche in altri vertebrati. Se ne ha nei rettili, per esempio negli ittiosauri, nei quali una pinna (2) mostra sempre la struttura articolata e parzialmente raggiata, e in cui la resistenza va decrescendo sempre dalla base al

(1) Le pinne caudali dei pesci, sieno esse biforcate o rotonde, sono rafforzate da un duplice asse di forza, collocato d'ambo i lati. — Rammenteremo qui di sfuggita che le palette posteriori della foca sono modellate parimente su questa norma, avendo anch'esse due grandi assi di forza ai due lembi.

(2) Tavola xv. fig. 1.

vertice. Noi vediamo nella mano di una testuggine di mare mostrarsi una divisione digitale accompagnata con questa forma articolata. Raffrontando il picciol numero di articoli di una natatoia d' *ichthyosaurus*, o della testuggine di mare, col numero grande di quelli che costituiscono le pinne dei pesci onde abbiamo dato la figura (1), si vede quanto sarebbe limitata l' elasticità prodotta da queste natatoie da rettile. Se non che, a complemento della necessaria quantità di elasticità, rimane il carpo, che in questi animali gode ancora di qualche sviluppo.

Torniamo finalmente ai mammiferi. Noi troveremo, sia nelle balene, sia nei rorquali, nei delfini ecc., natatoie dedite quasi esclusivamente al nuoto (2).

Ma questi non hanno le mani come quelle degli altri mammiferi. Le tre falangi, che si contano sempre nelle mani normali, addivengono quattro, cinque, sei, sette, otto, fino a dodici (3), secondo le dita e secondo

(1) Tavola xv. fig. 4.

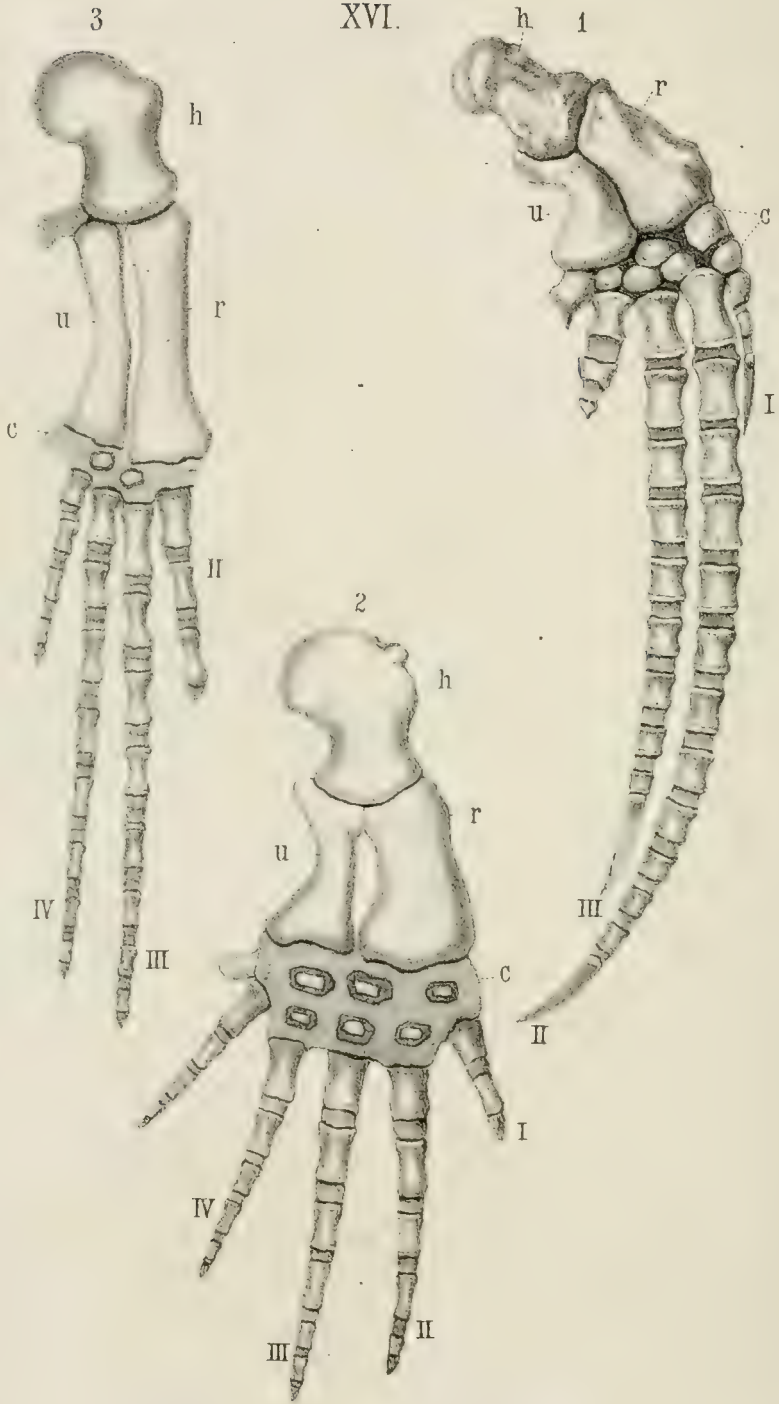
(2) Ho detto *quasi esclusivamente*, perchè tutti sanno che la balena, a mo' d' esempio, adopera le sue palette per abbracciare i balenotti nel tempo di pericolo, e per alleviar loro la fatica del nuoto. Altri, come il delfino, i lamantini ecc. non vanno forniti delle loro natatoie soltanto per battere l' acqua, ma se ne valgono ancora per arrampicarsi sulle spiagge. Molte volte, sono esercizi di forza, che hanno richiesto carpi più o meno ossei, con rudimenti di unghie.

(3) Bambéke, o. c. pag. 15.

le specie. Del pari non hanno più le faccette articolari pei loro determinati movimenti, ma alcune cartilagini ne costituiscono l'unione, e permettono una flessibilità, non molto dissimile da quella dei raggi dei pesci per noi descritti. Questa costruzione si avvicina a quella degli *ittiosauri* e delle testuggini di mare, cioè ad una moltiplicazione degli articoli delle falangi. Il delfino comune, per esempio, ha nove articolazioni all'indice, che a detta di Cuvier rappresentano il metacarpo e le falangi. Se ne contano sette nel terzo dito, e quattro nel quarto. Nel *Globiocephalus melas* si hanno tredici falangi nell'indice, e nove nel medio (1). Il carpo del delfino è composto di molteplici elementi piani angolati, stipati insieme come un mosaico. Non entro qui a farne esame: ma è chiaro che la sua azione è certamente in relazione colla forma articolare delle dita, per dare alla paletta la mollezza ed elasticità necessaria, nel tempo stesso che la solidità de suoi pezzi carpiani si riferisce fuor d'ogni dubbio ad esercizi di forza (2).

(1) Van Beneden. *Ostéographie des Cétacés* pag. 26. — Si vegga anche la nostra Tavola XVI. fig. 1.

(2) « Le ossa schiacciate del carpo, come le altre ossa dell'estremità anteriore, si sovrappongono lasciando fra loro pochi spazi o nessuno, riempiuti di cartilagine.... della forma poligonale delle ossa carpiane » (Bambéke o. c. pag. 11); «.... la forma poligonale.... diminuisce a misura che la sostanza cartilaginosa le separa » (idem). — Per maggiori particolari veggasi ancora Todd. *Cyclopedia* ecc. e Van Beneden, *Ostéographie des Cétacés.*

O. Nannini lit.   Contoli dis°   Lit. G. Wenk.

Infine nel rorqualo e nella balena è più pronunziato ancora il carattere di pinna (1), vale a dire il carattere d' elasticità. Il carpo della balena, dice Dubar (2), è composto di sei grandi ossa, alcune delle quali sono cubiche, ed altre cilindriche. Esse non offrono per nulla faccette articolari distinte, e la loro forma è poco solida; inoltre sono a grande distanza le une dalle altre, e sembrano immerse in una sostanza tendinea-legamentosa che le circonda per ogni dove. « Queste ossa carpiane.

(1) Tavola XVI. fig. 2.

(2) Dubar. *Ostéographie de la Baleine*, pag. 46.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XVI.

Mano dei Cetacei.

Fig. 1. Braccio e mano del *Globiocephalus melas* $\frac{1}{10}$.

(Tratta da Flower. *Ostéol. of the Mammal.* pag. 271).

h) omero *r*) radio — *u*) ulna — *c*) carpo — I) pollice — — II) indice con dodici falangi senza il metacarpo.

Fig. 2. Braccio e mano della balena (*Balaena mysticetus*).

(Copiato da Todd. *Cycloped.* Vol. 1. fig. 255).

h) omero — *r*) radio — *u*) ulna — *c*) carpo — I) pollice con due falangi — II) indice con quattro falangi — III) dito medio con cinque falangi.

Fig. 3. Braccio e mano del rorqualo (*Rorqualus boops*) $\frac{1}{24}$ del naturale.

(Copiato da Cuvier. *Oss. foss.* V. tavola XXVI. fig. 22).

h) omero — *r*) radio — *u*) ulna — *c*) carpo — II) indice con due falangi — III) dito medio con sette falangi — IV) annulare con sette falangi.

dice Bambèke (1) sono poco sviluppate, immerse in una massa cartilaginosa, senza rapporti fra loro e fra le ossa vicine »; ed egli nota altresì, che in generale nei cetacei il numero delle ossa carpiane varia da uno fino a sette. Nell'orca (*Delphinus grampus*) sono ridotte ad uno, a sette nell'*hiperoodon*, ecc.

Sotto il rapporto delle dita, la balena misticeto ha quattro falangi all'indice, sette al medio, sei al quarto, e quattro al quinto dito. Il pollice è rappresentato o dal solo metacarpo, o da una o due falangi (2). Tutte le falangi sono disgiunte dalle loro vicine, mediante lunghissimi e larghi spazi cartilaginosi, flessibilissimi, ma sempre più grossi che le stesse falangi: il che dà un aspetto nodoso alle dita; per modo che ne risultano in generale dei mezzi speciali di unione in questo membro, cui la natura ha voluto provedere di molta forza, congiunta a grande flessibilità (3). Infine la moltiplicità dei pezzi digitali o falangi è notevole anche nella mano del rorqualo del Capo (4), perchè al terzo e al quarto dito

(1) Bambèke. *Sur le squelette de l' extrémité antérieure des Cétacés — Académ. de Belgique, Mémoires couronn.* 8.° T. XIX. pag. 13 e 18.

(2) Bambèke, *o. c.* pag. 14.

(3) Dubar. *Ostéographie* ecc., pag. 46.

(4) Tavola XVI. fig. 3; e Cuvier, *Ossem. foss.* T. V. part. 1., pag. 383, Tavola XXVI. fig. 22.

si numerano sette falangi, senza contare le ossa dei metacarpi.

Carpo, metacarpo, falangi, non hanno più contatti ossei fra loro, non più articolazione, nè alcuno appoggio, del genere di quelli per esempio che abbiamo studiati nella tigre: ma ogni cosa è confusa in mezzo a tessuti cedevoli, tutto è rilegato da un sistema cartilagineo, il quale, congiunto colle ossa, somministra una certa forza alla pinna, e sopratutto poi una notevole elasticità.

Così la balena ed il rorqualo hanno acquistato uno dei mezzi che rende loro possibile la vita oceanica; hanno ricevuto cioè le natatoie elastiche. Si dirà che queste sono forme di pesce: sia pure, ma la frase non è esatta; queste sono forme pel nuoto, e sono acconcie così per i pesci, come per qualsiasi vertebrato, che abitando nell' acqua vi si deve aggirare per entro. Ciascuno conosce che qui si è fatta l' applicazione dell' organo del nuoto a mammiferi nuotatori; il qual organo non può essere che un solo e medesimo, relativamente ai principii fondamentali, tanto nei mammiferi quanto nei pesci; poichè per tutti si hanno le medesime resistenze da vincere nel medesimo mezzo, cioè nell' acqua. Sono infine forme acquatiche, di cui non potrebbe far di meno qualsiasi animale nuotatore, come l' uccello non può star privo di ali costrutte di penne per roteare nell' aria. Senza di ciò l' animale non nuota affatto, o nuota male, ovvero resta impacciato.

La questione non è dunque di mammiferi che si avvicinano ai pesci per via di filiazione, o per genetico trapasso, o in conseguenza della *unità di piano;* ma è una quistione molto più ampia, che risguarda tutti i vertebrati acconci a vivere nell'acqua. E la sua appropriazione si è fatta mediante forme imposte dalle *leggi meccaniche*, le quali sole rendono possibile la dimora nel mare. O nessun mammifero marino, oppure mammiferi con natatoie a mo' di quelle del delfino e della balena.

Considerando dunque sotto un medesimo aspetto questi organi motori dei pesci, dei rettili, dei mammiferi, vediamo dappertutto la stessa funzione, la medesima forza ed elasticità; dappertutto il medesimo effetto, cioè — *movimento nell'acqua, senza scosse al corpo dell'animale.*

Io credo che i difensori dell'*unità di piano* non perderanno di vista, che, nelle modificazioni recate allo scheletro dei cetacei, si sono dimenticate alcune delle loro leggi dette fondamentali, od almeno generali, come le tre falangi alle quattro dita; si è dimenticato ancora un carpo osseo a facce scivolanti, come anche si sono dimenticate le teste articolari alle falangi ecc. (1). E

(1) Noi abbiamo riferito là ove si è parlato del **Pipistrello,** la soppressione notevolissima di una gran parte del cubito, e la mancanza delle unghie alle quattro dita ecc. Si può aggiungere ciò

queste dimenticanze non vanno prive certamente d'importanza, poichè si trovano ripetute ogni volta che un cangiamento di abitudine negli animali rende inutile alcune parti, ed altre ne richiede. L'*unità di piano* è messa allora in disparte, senza il menomo riguardo; e la cosa più singolare è questa, che l'antagonista dell'*unità di piano*, cioè la *ragione meccanica*, è quella appunto che la esclude: perchè, ogni qualvolta le esigenze meccaniche hanno richiesto nuove combinazioni, queste si veggono introdotte liberamente colla esclusione delle combinazioni ordinarie (1).

che dice l'Alix (*Bull. Société Philom. de Paris* 1867, T. 4. pag. 101): « È certamente vero, il dire che gli uccelli sono privi di certi muscoli che si trovano nei mammiferi, e l'inverso è parimenti vero. Per esempio... » ecc.

(1) Fra una grande quantità di esempi di siffatte repentine introduzioni richieste dalla opportunità delle nuove funzioni, possiamo citare: i denti vertebrali nell'interno dello stomaco del *Rachiodon scaber;* le ossa sesamoidee (veggasi addietro pag. 150); l'asperarteria della grue contenuta in una cavità dello sterno; la carena sullo sterno della talpa, dei pipistrelli e degli uccelli; l'osso quadrato alla mascella degli uccelli e dei serpenti; la mascella inferiore bipartita dei serpenti stessi; l'apparecchio di ruminazione; lo stomaco trituratore degli uccelli granivori; i denti veleniferi nella bocca del crotalo, della vipera ecc. Si può del pari indicare la ricomparsa degli stessi organismi, ogni volta che si ripete una medesima funzione, anche in animali collocati a distanze estreme nella scala degli animali: tali sono gli organi fossori nella talpa e nella grillotalpa; l'organo del nuoto o pinna nella balena e nei pesci ecc.

Ma i difensori della dottrina degli atti di creazione indipendenti non si trovano mai ridotti a sì ingrate condizioni. Essi non vedranno mai che le *leggi meccaniche* siano state smentite oppur dimenticate.

V.

L' ALA DEL PIPISTRELLO

Fra gli esempi da voi scelti, o Signore, il più singolare senza dubbio è quello della mano del pipistrello. Trasformata in ala, che non ha quasi nulla da invidiare a quella degli uccelli per la facilità del volo, essa nondimeno conserva gli elementi della mano dell' uomo, del cane, della tigre ecc. Ora come può spiegarsi questo adattamento, senza ricorrere col nostro pensiero alla discendenza dei pipistrelli dal cane, dal galeopiteco ecc.? L' ala o l' organo del volo di un pipistrello è per vero una usurpazione fatta al tipo uccello: la qual cosa non è poi così strana quanto il vedere la comparsa di una caratteristica del tipo ornitologico, qual' eccezione isolata in mezzo alla classe dei mammiferi.

Che che ne sia di questo paradosso, qualcuno dirà: Perchè non applicare direttamente ai pipistrelli il sistema osteologico dell' ala degli uccelli così completo, così perfetto, e così variato, piuttosto che stiracchiare o

storpiare un organo di preensione qual è la mano, per farne poi finalmente un organo acconcio al volo? Qual ragione potrebbe addursi, fuori di una di queste: o che l'*unità di piano* fissata pel tipo mammifero ha obbligato a formare colle dita le bacchette del paracadute; ovvero che la derivazione, o discendenza diretta e prossima dei pipistrelli da un mammifero digitato, ha richiesto per forza una sì fatta transizione verso l'uccello? Si era (dicesi) all' aurora della comparsa degli animali volatori, i primi albori apparivano già coll' ala del pipistrello; la grande famiglia ornitologica esordiva con un abozzo nei mammiferi.

Dinanzi a fatti così luminosi, a fronte della luce che circonda la dottrina della filiazione delle specie, impallidisce quella degli *atti di creazione indipendenti*. Ora che cosa dice la creazione indipendente? Potrà mai giugnere a spiegare un problema così intricato, qual è questo dell' applicazione all' ala del pipistrello di una costruzione, tutta acconcia per i suoi elementi alla mano dell' uomo?

Molte e gravi quistioni si presentano al cospetto di questo problema. Cercheremo di distinguere i differenti punti di ricerca, affine di esaminarli per quanto ci sia possibile l' un dopo l' altro.

La mano del pipistrello è una mano dedicata al volo. Questo fatto, così semplice com' è, stabilisce il

genere di vita al tutto eccezionale di codesti animali. Questa nuova forma introdotta nell' organismo di un mammifero, implica profonde modificazioni su tutta l'intera macchina del corpo del pipistrello. Il movimento di traslazione di codesti animali, e, ciò che più monta, il sostegno della lor massa in un fluido sì leggero, sì poco resistente, com' è l' aria, è tutto affidato all' azione delle estremità anteriori (1).

Le forze muscolari destinate alla traslazione, le quali, nel cane, nel cavallo, ed in tutti i quadrupedi sono ripartite sopra le quattro estremità, trovansi invece nei cheiropteri riunite e concentrate pressochè tutte quante intorno alle estremità anteriori.

L' influenza di una condizione biologica di sì alto rilievo nei pipistrelli, vale a dire il volo, si rende sensibile in molte parti del loro corpo. Tralascio di indicare quella specie di atrofia profonda che ha colpito tutte le parti posteriori del loro corpo, mediante la quale può dirsi, che ivi non si hanno più le ordinarie proporzioni fra la metà anteriore del corpo e la posteriore, e più precisamente fra la parte toracica e l' addominale (2). L' enorme impiccolimento della metà posteriore, del pari che l' esiguità alla quale sono ridotte

(1) Le posteriori e la coda non agiscono che come verghe da paracadute. Il colpo sulle colonne d' aria è dato dall' ala.

(2) I gradi estremi di questa atrofia posteriore possono vedersi in molte delle figure date dal Temminck *Monograph. des mam-*

le estremità posteriori, sono modificazioni imperiosamente richieste dall' azione del volo; infatti, acciocchè sia possibile il volo, bisogna che il centro di gravità dell' animale si trovi sulla linea che unisce insieme le spalle o le basi delle ali. Se i cheiropteri avessero il loro corpo come in via ordinaria foggiato, per esempio a mo' di quello della donnola o dei carnivori vermiformi, il volo riuscirebbe loro impossibile. Abbisogna che essi abbiano un addome e gli arti posteriori scemati di tutto quanto lor può essere sottratto, sicchè il loro addome ed il torace riuniti in una massa siano quasi ovalari, come quelli del pollo e di tutti gli uccelli in generale. Di più, in questi la concentrazione toracico-addominale è una esigenza di minore importanza, che non per i cheiropteri; poichè sono ben pochi gli uccelli che abbiano, come la rondine, la testa fra le spalle. Quasi tutti hanno un collo più o meno lungo, che porta la testa all' innanzi; sicchè questa addiviene un contrappeso che forma equilibrio colle parti posteriori, ossia colle zampe, bene spesso robuste e carnose. Al vedere i cheiropteri si direbbe che sono senza collo, e quindi è loro interdetto come alla rondine ogni fardello posteriore, o a

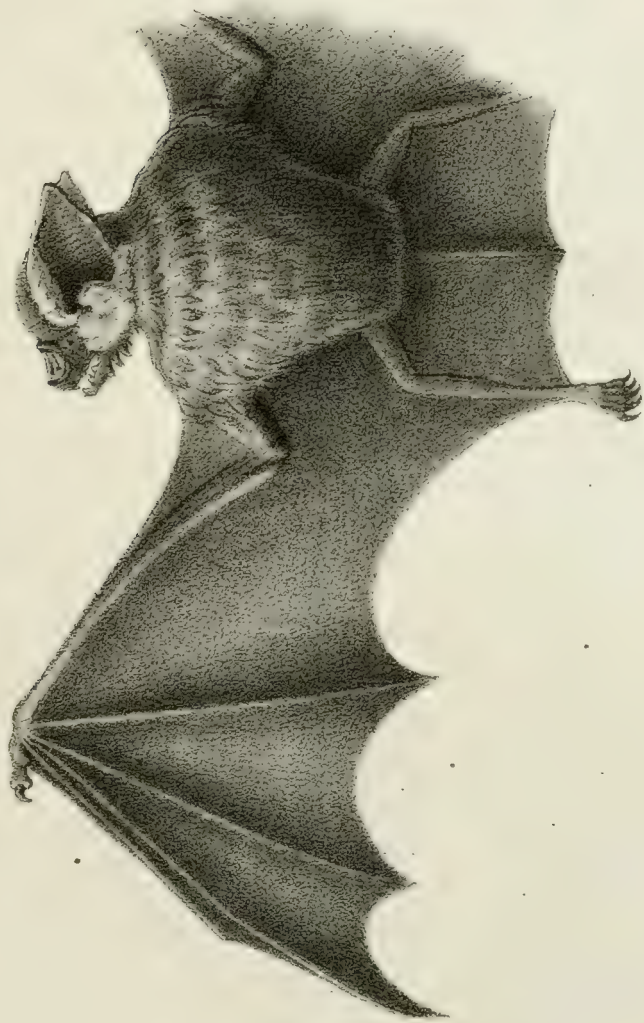
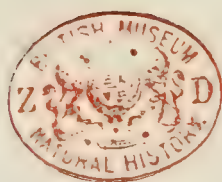
mifères; e più particolarmente T. 2. pl. 28. copiata nella nostra Tavola XVII.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XVII.

Atrofia delle parti posteriori dei Cheiropteri.

Rhinolophus famosus. Temm.

XVII.

O. Nannini lit°. Contoli dis° Lit. G. Wenk

dir più precisamente, un addome voluminoso ed allungato, e gambe sviluppate, robuste e carnose. Se queste particolarità da noi indicate, sono tali che si direbbero di conformazione negativa per risguardo al volo, si hanno poi altre forme più direttamente positive. Tali sono per esempio la cassa toracica, ampia, voluminosa, e posteriormente molto dilatata (1), e le costole ond' è composta, grandi, possenti, e, per lo più, tanto dilatate, che gli spazi intercedenti fra loro sono lineari. D' onde risulta, che la superficie presentata dalla cassa toracica ai muscoli motori dell' ala, è spaziosissima, robustissima ed unita; lo sterno in generale ossificato del tutto alla sua testa superiore, ossia il *manubrio*, è sviluppatissimo: quasi sempre si dilata trasversalmente, e offre di tal guisa alle clavicole due valide braccia; d' onde si rileva che ciò somministra alle clavicole punti d' appoggio quanto mai fortissimi. Altre volte la dilatazione

(1) La cassa toracica del *Pteropus marginatus* ha il suo diametro antero-posteriore eguale alla totale lunghezza della regione addominale e lombare fino alla origine del coccige. La grande capacità della cassa toracica dei pipistrelli è in accordo per altra maniera coll' azione del volo; perocchè Chabrier giustamente fa notare che i polmoni dei pipistrelli sono quasi tanto estesi quanto quelli degli uccelli, e che inoltre possono impedire l' uscita dell' aria interna (*Memoires du Museum* T. 6, pag. 446). D' onde consegue una grande introduzione d' aria necessaria al volo nei corpi di codesti animali, alcuno dei quali godrebbe della singolarità che si legge nella Ciclopedia di Todd, Vol. I. pag. 599. « In the genus *Nycteris* a curious faculty is observed, namentli the power of inflating the subcutaneous tissue vith air etc. »

delle costole si estende ancora maggiormente; e nei *Rhinolophus* acquista un tal massimo di evoluzione, da formare una superficie ossea dilatata alla parte supero-anteriore della cassa toracica, la quale ricorda un principio dello scudo toracico degli uccelli (1). Inoltre la faccia esterna o anteriore dell' osso sternale è sormontata da una cresta longitudinale mediana, che varia di altezza nei differenti generi, ma che è molto rilevata sul manubrio del *Vespertilio murinus*, vera porzione dello sterno degli uccelli (2). Di più le clavicole sono lunghe, robustissime (3) curvate in guisa da allargare

(1) Tavola XVIII. fig. 1., e Blainville, *Ostéographie.* Si veggano ancora le osservazioni dell' Alix sopra il *Pteropus Edwardsii Bull. Soc. Philom.* 1867, T. 4. pag. 127; e Meckel, Tom. 4 nell' argomento del *Rhinolophus ferrum equinum.*

(2) « Il vasto sterno somministra un attacco ai possenti muscoli pettorali; la spalla è resa più solida dalle espanse omoplate e dalle robuste clavicole.... » ecc. Temminck, Vol. 1. pag. 158.

(3) « Fra tutti i mammiferi, i pipistrelli sono quelli che hanno la clavicola più voluminosa: essa ha circa la metà della lunghezza dell' omero, che è già notevole; ed è molto convessa nella sua faccia superiore. » Meckel, T. 4. pag. 25.

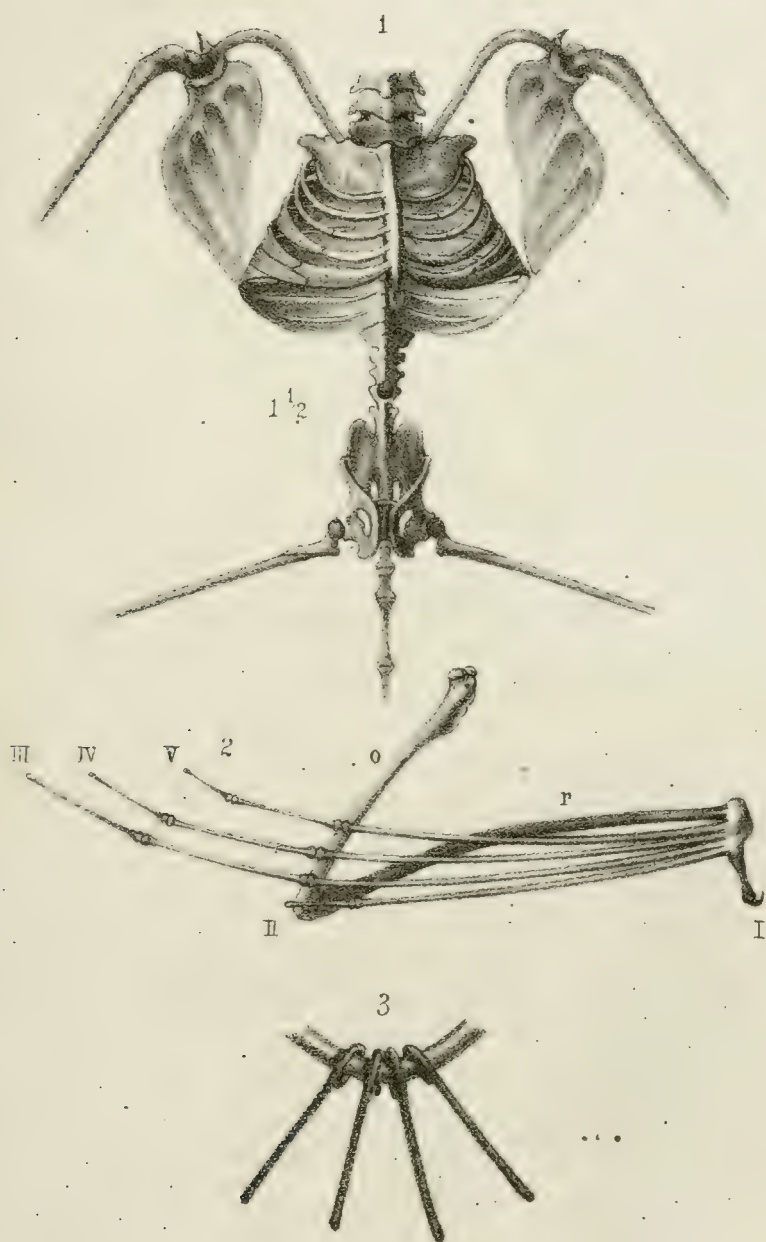
SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XVIII.

Scheletro di Pipistrello.

Fig. 1. Torace e parti dello scheletro del *Rhinolophus ferrum equinum* (doppia grandezza).

Fig. 2. Scheletro dell' ala piegata del *Vespertilio murinus.* — *h*) omero — *r*) radio — I) pollice — II) indice — III) medio — IV) quarto dito — V) quinto dito.

Fig. 3. Divaricazione sopra un medesimo piano. (Figura schematica)

XVIII.
1
1 1/2
2
III
IV
V
o
r
II
I
3
O.Nannini lit°
Lit.G.Wenk.

esse stesse la periferia del petto, e da somministrare larghi punti di attacco ai muscoli robusti, che conducono l'ala verso il tronco. In fine, ossa coracoidi, ed ossa scapulari di una estensione tale, che riesce straordinaria fra i mammiferi.

Tutte queste forme richiamano bensì alla mente le forme analoghe degli uccelli: ma la somiglianza non è solo morfologica; essa è reale; perchè le disposizioni ossee, che abbiamo indicate, servono, sia a presentare superfici di attacco a muscoli che hanno un volume straordinario come muscoli di mammifero; sia a porgere, mediante energiche resistenze, un grande aiuto contro i moti violenti che accompagnano l'azione del volo (1).

Forse sarebbe una deviazione dai limiti del nostro argomento, se ci occupassimo qui del sistema muscolare che serve al volo. Il grande sviluppo che ha ricevuto il relativo sistema osseo, e gli speciali adattamenti di molte di queste ossa pel meccanismo del volo, sono prove sufficienti a far palese l'importanza come altresì l'estensione del sistema muscolare (2).

(1) E, come dice Géoffroy St. Hilaire (*Leç.* 3. pag. 18): « linee di grande resistenza sono sopra tutti i punti destinati alle forze vive impiegate nel volo. » Veggasi ancora Temminck, T. 1. pag. 158.

(2) Si vegga Blainville. *Nouveau Dict. Hist. Nat., art.* Cheiroptère, pag, 222.

Io reputo che ora torni più chiaro ciò che dianzi ho detto, cioè, che le forze muscolari destinate alla traslazione dell' animale sono concentrate intorno alle estremità anteriori. Il che è molto più vero in questi piccoli mammiferi, che non negli uccelli; in parecchi de' quali le gambe e i piedi conservano diffatti assai di frequente l' esercizio delle funzioni deambulatorie, e nel tempo stesso hanno un notevole sviluppo delle corde muscolari.

I cheiropteri sono sforniti nelle estremità posteriori dell' ordinario sviluppo muscolare, come altresì della facoltà di camminare.

Del rimanente per la stessa considerazione cumulativa dei sistemi ossei e muscolari, si vede come l' organismo dei cheiropteri sia profondamente modificato pel volo, e si attenga per questo alle forme proprie degli animali grandi volatori, cioè gli uccelli.

Questo ravvicinamento dei mammiferi agli uccelli indicherebbe mai per avventura una tendenza, ovvero una conseguenza di passaggio genetico di una classe all' altra? Ciò si è affermato senza dubbio, ma questa non è la sola spiegazione che possa darsi a questo fatto della uniformità delle parti fra i pipistrelli e gli uccelli. Un' altra spiegazione sarebbe l' *adattamento di una natura determinata e stabile* (la natura mammifera) *all' azione del volo.* In favore di questa ultima spiegazione c' è anche un fatto fondamentale, indicato da altri; ed è, che di

mezzo a tutte le modificazioni ornitologiche (mi si passi la frase), impresse ai pipistrelli, tuttavolta si mantiene *la natura mammifera dell' animale nella sua integrità.* Ragionando rettamente, vi si scorge una conversione, ovvero una disposizione di questa natura all' atto del volo, che non è certamente l' ordinaria prerogativa del mammifero. Che cosa apparisce, nei pipistrelli, della natura ornitologica? Una funzione, che è il volo, e parti adatte a questa funzione: ma sono parti di mammifero acconciate a siffatta funzione, e quindi meccanicamente simili a quelle degli uccelli. Non è già la natura ornitologica che si introduce nella mammifera; è il volo, cioè una stessa funzione comune ai due tipi, che ha prodotto in entrambi la introduzione degl' istrumenti, richiesti dalla *necessità meccanica* per ottenere codesta funzione. La vera natura ornitologica, cioè piume ed uova, non compaiono ancora niente affatto. Non bisogna confondere un mutamento nel meccanismo di un mammifero destinato all' azione del volo, con un passaggio da una ad un' altra natura. Il pipistrello rimane un mammifero volatore, come l' uccello rimane sempre un animale oviparo, pennuto, e di natura totalmente diversa.

È opportuno l' eliminare qui un dubbio, che dà l' aspetto di paradosso all' ala del pipistrello, dicendo che se per motivi di ordine assai elevato era necessario fare dei mammiferi volatori, non si potevano fare altrimenti da quelli che ora sono i pipistrelli.

Ciò addiverrà sempre più chiaro, mi cred'io, per gli studi che verremo esponendo; ma, per anticiparne intanto qualche parola, non può dimenticarsi che l'ala, nel suo più generale concetto, è una espansione elastica messa in moto per battere l'aria. Occorrono all'uopo, o piume, o membrane appoggiate ad asticelle resistenti, come nelle farfalle, nelle libellule, nei calabroni. Le penne sono proprietà degli uccelli, e sono escluse dal tipo mammifero, e la ragione di questo si vedrà per altre ricerche (1). Rimangono le membrane ed i fusti, e nei pipistrelli le membrane sono sostenute appunto da verghe resistenti: laonde per questi animali si è dunque adottato il secondo meccanismo possibile.

Ciò basti per ora.

Non ci siamo ancor fatti addentro nel nostro soggetto, nello studio cioè della mano dei cheiropteri: entriamoci dunque.

Per farsi una idea della struttura della mano del pipistrello, bisogna anzitutto discernere le eccezionali particolarità che la caratterizzano. In generale la mano degli animali ha una destinazione, alla quale concorrono tutte le parti ond'è composta. Nei primati sono cinque dita che lavorano ad una funzione cumulativa, quella cioè della preensione; nei ruminanti e nei pachi-

(1) Si veggano alla fine di questo Articolo alcune osservazioni intorno a questo argomento.

dermi è il camminare, e negli *Aï* è quello di attaccarsi per mezzo d'unghie adunche. I cheiropteri hanno cinque dita; quattro, uniformi del pari nella figura come nella funzione, sono privi di unghie, mancano spesso della falange ungueale, e sorreggono l'espansione alare; un quinto dito, appartato, serve per aggrapparsi ai corpi mediante la sua unghia corta e acuminata. In questa mano trovansi dunque riunite due funzioni differenti d'assai; il volo cioè che spetta alla parte tetradattila della mano, e l'atto di arrampicarsi ch'è affidato al pollice.

Se non che tutte queste parti hanno di comune, che nè le quattro dita, nè il pollice debbono compiere alcuna azione veramente digitale. La qual cosa, se strettamente è vera pei cheiropteri insettivori, non la è già pei frugivori, i quali hanno alcuni piccoli mezzi di preensione più spiegati (1). Le quattro dita sono quattro bastoncelli sottili ed estesi, che servono di sostegno alla membrana dell'ala; il pollice, sciolto da questa membrana alare, corto e robusto, è un uncino, che aggrappandosi ai corpi mediante la sua unghia curva e acumi-

(1) « I cheiropteri frugivori (dice il Temminck, T. 2. pag. 51) hanno il pollice delle ali lungo fuor di modo, e munito di una fortissima unghia.... » « E per risguardo all'indice, il dito indicatore dei *pteropus*, è più corto della metà del medio, la sua falange ungueale è distinta, e porta una piccola unghia, che non si riscontra negli altri cheiropteri.... » T. 1, pag. 167. L'indice del *Pteropus edulis* ha diffatti le sue tre falangi e l'unghia.

nata, si attacca ad essi senza tenerli stretti con una vera preensione.

Dunque l' arto anteriore dei pipistrelli è costrutto in relazione a due generi di funzione, cioè del volo e dell' aggrapparsi; ma, non v'è che dire, la forma alare ha grande sopravento sull' altra. Siccome poi l' uncino pollicare non richiede quasi veruno elemento di forza, la principale direzione che ha ricevuta il meccanismo delle mani *cheiroptere* è quella pel volo.

L' omero, ma soprattutto l' avambraccio e le dita, offrono questo primo carattere, cioè uno straordinario allungamento (1). Il problema che s' avea a risolvere pel volo dei pipistrelli consisteva nella distensione più

(1) Nel *Vespertilio murinus* l' omero è la metà dell' avambraccio, il quale eguaglia nella lunghezza il terzo metacarpo; e ciascuno di essi è eguale alla distanza che passa fra l' occipite e la regione coccigea. Il femore è la metà dell' omero, che alla sua volta eguaglia la distanza dell' occipite fino all' intera regione toracica. L' avambraccio uguaglia la lunghezza complessiva del femore, della tibia e dei piedi.

Quando l' ala è piegata, il carpo trovasi a livello della testa, mentre l' angolo omero-radiale giunge alla radice delle gambe. Quando le falangi sono piegate sui metacarpi, l' intero fascio dell' ala è raccolto in guisa da non sorpassare la lunghezza del radio, e da permettere l' ambulazione dell' animale. La qual cosa merita molta attenzione perchè, come dice Blainville pag. 10: « La lunghezza delle membra anteriori dalla loro radice fino all' estremità del dito più lungo, sta alla totale lunghezza del tronco come 4 ad 1; il che somministra alla invergatura delle ali la lunghezza di almeno otto volte quella del corpo ».

o meno grande, ma pur sempre ampia, della superficie rappresentata dalla divaricazione ed estensione dell'arto. Qui ogni cosa è motivata per produrre il finale risultato di una espansione dell' ala capace di sorreggere questi animali librati nell' aria. In conseguenza di ciò, l' omero è lunghissimo e robusto; come del pari l' avambraccio è lungo fuor dell' ordinario, agguagliando la lunghezza dell' animale dall' occipite alla radice della coda. Ma il radio trovasi quasi solo nell' avambraccio, essendo il cubito ordinariamente ridotto ad una pura apofisi stiliforme, che non raggiunge il terzo del radio. Laonde non torna più possibile qualsiasi movimento di rotazione del braccio. « La rotazione della mano, dice Is. Géoffroy St. Hilaire (1), che è un bene per la scimmia, sarebbe stata funesta pel pipistrello, in cui era assolutamente necessaria la immobilità delle dita nella loro radice. L' aria che non resiste sotto l' ala se non quando è percossa in fretta e con forza, e sopra tutto con un colpo d' insieme e d' alto in basso, sarebbe riuscita a sfuggire lateralmente, qualora la mano avesse potuto girare sul proprio asse ». Era necessario porre la mano così modificata in uno stato intermedio fra la pronazione e la supinazione; bisognava perciò, mediante l' articolazione omero-radiale, stabilire la positura della mano, e tôr via qualsiasi movimento di rotazione alle ossa dell' a-

(1) Géoffroy St. Hilaire. *Leçon* 12. pag. 18; ed anche Todd, *Cyclopedia*, art. Chéiroptère.

vambraccio (1). La inclinazione della superficie, che percuote l'aria, è determinata rigorosamente in rapporto coll'asse del corpo: essa deve essere sempre la medesima; e ogni qualsiasi mutazione non potrebbe riuscire che ad uno scemamento della facoltà del volo. La postura e la stabilità dell'ala dipendono entrambe da due fattori, che sono: 1.° l'omero, la cui torsione, ossia il rapporto dei due assi delle teste articolari fra loro, è di 90 gradi, secondo il Martins, il quale rapporto è proprio degli omeri degli uccelli; 2.° la mancanza di rotazione nelle ossa dell'avambraccio (2).

Non possiamo esimerci di fare qui una considerazione, richiesta da ciò che abbiamo detto. L'*unità di piano* nel caso speciale dei pipistrelli non trovasi in accordo colle leggi meccaniche; perchè, non sì tosto un elemento osseo diviene inutile od improprio, quell'osso è soppresso. In generale noi osserviamo che l'avambraccio ha due ossa, e che la mano gode della sua rotazione: vediamo altresì che godono di siffatta costruzione anche quegli animali, che sono giudicati più pros-

(1) « L'articolazione fra l'omero ed il radio è un ginglimo molto chiuso. » Blainville, o. c.

(2) Il piccolo organo della preensione, cioè il pollice, forse avrebbe richiesto qualche poco di rotazione nella mano, se il suo organismo fosse stato di natura da poter praticare una vera presa. Ma il pollice essendo affatto solo, e bene spesso ridotto alla qualità di semplice uncino, non ha altro ufficio che di attenersi ai corpi, giusta i minuti bisogni dell'animale.

simi di tutti ai cheiropteri (1). Or bene, tosto che si entra nell'ordine dei cheiropteri, la rotazione cessa, ed il radio rimane solo o quasi solo; e questa è la *necessità meccanica,* che, ad ottenere il volo, esclude e cassa d'un tratto la rotazione e l'ulna. La *necessità meccanica* fa da padrona, e *l'unità di piano* non vi serba nè manco una decorosa apparenza.

(1) Alle volte, per fissare dei ravvicinamenti teorici, si dimenticano importantissime circostanze. È notevole a questo riguardo il seguente brano tratto dalle *Leçons* (pag. 15) di Géoffroy St. Hilaire: «.... ma, checchè avvenga, se i pipistrelli possono e debbono essere ricondotti verso qualche mammifero, tenuto calcolo del rapporto delle loro lunghe braccia e delle lunghe falangi digitali, è cosa evidente che ciò dev'essere verso i quadrumani. Imperocchè, pensereste forse, acquistarne la prova, mediante un accurato esame delle parti da confrontare? Troverete allora, che il braccio, l'avambraccio, il carpo, il metacarpo e le dita sono tutte composte delle stesse ossa, tranne la falange ungueale, che scomparisce altresì come l'ugna, e questo non è ancora di tutte le dita. Il pollice è sempre compito.... ecc. La grandezza delle dita è subordinata alla ragione che ci è spiegata dal nostro principio dell'equilibrarsi (*balancement*) degli organi; quanto più lunghe sono queste ossa, e tanto più sono minute e sottili: si direbbe che sono state sottoposte alla trafila, non avendo scemato di grossezza che per disporsi a un sì grande allungamento. » — Tali sono le parole del Géoffroy St. Hilaire. — La mancanza forse dell'ulna e della rotazione non c'entrano dunque per nulla? Chi esamina con diligenza, può forse trasandare un osso di meno, e una funzione di sì alta importanza, senza neppur addarsene? Un tale esame sarà esatto e scientifico, o non piuttosto immaginario e poetico?

Se è condizione di qualsiasi ala in generale, la stabilità ed una determinata inclinazione del piano che percuote; del pari la elasticità della sua superficie è un' altra delle sue condizioni. Questo carattere si osserva spinto al massimo grado nell' ala per eccellenza, cioè nell' ala degli uccelli. Le penne sono istrumenti elastici, e leggeri: tutti capiscono che non potrebbe sostituirsi con migliore effetto una piastra rigida alle penne. L' elasticità rende il colpo graduato, e più dolce per l' animale, ed evita al suo corpo ogni urto penoso, ossia ogni scossa. L' armatura ossea dell' ala dell' uccello, dalla spalla alla mano non è quasi niente elastica; ma partendo da quest' asse verso la periferia dell' ala, è una superficie tutta gradatamente elastica.

Del pari nei cheiropteri non avvi quasi nulla di elasticità dalla spalla al carpo; è un asse interamente osseo; ma partendo dal carpo ed andando fino alla periferia della espansione alare, si ha l' elasticità somministrata dalla membrana increspata (1), ed anche in piccola quantità, in causa della sottigliezza delle ossa metacarpiane e delle falangi. La solerzia della natura per raggiungere l' intera elasticità possibile qui si addimostra, mediante la forma insolita concessa alle ossa

(1) La membrana alare a questo riguardo presenta molte osservazioni. Essa è percorsa da fibre muscolari e tendinee. « L' azione simultanea di tutte queste fibre muscolari ha per risultato di tendere energicamente la membrana del volo, dandole una forma leggermente concava verso il basso, il che è condizione evidentemente

terminali delle dita; le quali ossa ridotte a puri fili, non hanno quasi più natura di ossa, poichè sono piuttosto cartilagini filiformi, e flessibili. Pur tuttavolta si osserva una differenza fra le due specie d'ala. In quella degli uccelli la superficie elastica è suddivisa in molte verghe elastiche (le penne) distribuite sopra tutti i punti dell'asse osseo; giacchè, se le penne primarie si trovano nella mano, altre ve ne ha nell'avambraccio, ed altre infine nell'omero. Anche nei cheiropteri vi sono delle verghe, e sono le dita assottigliate; ma tutte queste verghe vanno a riunirsi in un punto solo, cioè nel carpo. Dunque ogni sforzo si concentra sopra questo punto solo, mentre negli uccelli lo sforzo è distribuito sopra tutta intera la lunghezza del braccio.

Codesta differenza di funzioni implica necessariamente differenze istrumentali od organiche. Valiamci di un esempio: se immaginiamo dei pesi egualmente distribuiti lungo un'asta orizzontale fissa nell'una delle sue estremità, può darsi che il loro peso non metta a pericolo la resistenza dell'asta; ma, se tutti i pesi si accentrano all'estremità libera o all'estrema punta, bisogna andar cauti nel caricare l'asta. In altri termini:

favorevolissima per l'azione di questo paracadute », dice Bert *Sur le Phalanger volant. Bull. Soc. Philom.* 1866 pag. 7. Si vegga ancora Alix *o. c.* Queste particolarità descritte dal Bert nell'argomento del *Didelphis petaurus* possono ancora riferirsi alla membrana alare di animali assai lontani, come sono i cheiropteri.

per l' ala degli uccelli non occorrono grandi moderatori contro i colpi di battuta dell' aria, mentre nei pipistrelli c' è bisogno di un *carpo*.

La supposizione da noi fatta di un eguale riparto di sforzi sull' ala degli uccelli, non è esatta, qualora voglia farsi un esame alquanto accurato. Le penne più forti, più sporgenti, e che godono di maggiore estensione ed importanza nell' atto del volo, sono le primarie, le quali si attaccano su quella parte che può riguardarsi come la mano degli uccelli. Per contrario le penne dell' avambraccio e del braccio hanno minore azione, minore lunghezza, e forza minore. L' ineguale riparto del contracolpo sopra l' asse dell' ala dell' uccello trova un eccesso nella parte estrema, cioè nella mano dell' uccello. Sebbene esista sempre una notevole differenza fra l' esercizio dinamico dell' ala del pipistrello e quella degli uccelli, ciò non ostante si riscontra la necessità di un meccanismo fra la mano e l' avambraccio dell' uccello, che serva per la decomposizione degli sforzi, o per addolcirli. Dunque hannovi ancora pezzi carpiani nell' ala degli uccelli.

Un esame comparativo di questi due apparecchi, cioè l' ala dell' uccello e quella del pipistrello, metterebbe in luce notevoli differenze; ma il conoscerle non è cosa qui interamente richiesta dal nostro lavoro. Ciò che ne importava qui di stabilire, era questo, che, se nell' ala del pipistrello trovasi un carpo sviluppatissimo,

e per contrario è ridotto ai minimi termini nell'ala dell'uccello; siffatta differenza riesce spiegabilissima per la diversità della distribuzione degli sforzi che le due ali subiscono durante il volo.

Ma la mano dei cheiropteri ha ancora altre funzioni da compiere. Se rinserrate in compagnia di un pipistrello qualche insetto, che saltellando lo molesti, esso lo percuote colla mano, come un gatto farebbe col sorcio. Sopratutto poi si aiuta colle mani per arrampicarsi ai corpi circostanti in guisa da eseguire una vera ambulazione, che ha benissimo descritto il Géoffroy St. Hilaire (1). Il pipistrello cammina, o si trascina, dice il Temminck (2), con bastevole velocità, di modo che può dirsi che corre con celerità, od almeno con molta destrezza. Forse per questo, al pari dei digitigradi ha un cuscinetto sotto la base del suo pollice, nella parte ove tocca terra durante il suo piccolo cammino, o mentre sta attaccato coll'uncino formato dal pollice. Di rado, se vuolsi, ha luogo il suo camminare rampicando (3); ma qualora esso cade in terra trova le maggiori difficoltà a riprendere il volo. Però si tra-

(1) Géoffroy St. Hilaire. *Leçons*, 14, pag. 9.

(2) Temminck. o. c. pag. 358.

(3) « I molossi si servono a preferenza dei loro potenti mezzi di preensione e di ascensione, che non di quelli del volo. » Temminck, l. pag. 160.

scina a zig-zag finchè giunga ad un luogo un po' elevato, donde può abbandonarsi aprendo le ali (1).

Sotto questo aspetto gran differenza corre fra l'ala di un pipistrello e quella dell' uccello. Pel pipistrello. l'arto serve ad un tempo, e a seconda dei bisogni dell' animale, come mani ad afferrare, come piedi a camminare, e come ali al volo.... Gli uccelli non si possono mai servire delle loro ali nè per tenere un oggetto, nè per formarsene sostegno al corpo quando trovansi in terra (2). È cosa molto rara, trovare un' altra destinazione all' ala dell' uccello, tranne quella del volo, come per esempio di battere mediante una lamina ossea e tagliente, qual si nota nella *Palamedea chavaria* e in altri. Per la varietà delle funzioni che ha la mano del pipistrello, dobbiamo dunque aspettarci di trovarvi un carpo complicato, massime per cagione del concentramento di tutti gli sforzi che il pipistrello fa pel volo sui punti estremi dell' avambraccio, e per quel po' di preensione ch' è attribuito al pollice.

(1) Si vegga Géoffroy St. Hilaire. *Leçons*, 12 pag. 24.

(2) Temminck. o. c. pag. 72.

XIX

1

2

O. Nannini lit.° Contoli dis.° Lit. G. Wenk

CARPO DEI PIPISTRELLI

La piccolezza dei carpi dei cheiropteri indigeni non mi ha permesso studi bastevolmente sicuri, quali cioè mi sarebbero stati necessari. Ho dovuto dunque ricorrere al carpo di un *Pteropus*, probabilmente il *Pteropus Godefroyi*.

L' articolazione fra il carpo ed il radio è trasversalmente molto estesa. Quest' ultimo osso cioè il radio, che forma da sè solo la parte inferiore dell' avambraccio, e che in proporzione è lunghissimo e sottile, si dilata repentinamente nella sua testa carpiana trasversale (1). Un canale profondo limitato da due labbra,

(1) Tavola XIX. fig. 1 *a*, *b*.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XIX.

Carpo, metacarpo, e testa del radio del Pteropus.
(*Pteropus Godefroyi*, Mus. pis.).

Fig. 1. *a*) testa del radio veduto dalla sua faccia superiore.
b) cavità articolare vista dal di sotto.

Fig. 2. carpo e metacarpi — 1) scafoidolunato — 3) piramidale — 4) trapezio — 6) capitato — 7) uncinato — I) metacarpo del pollice — II a V) metacarpi della parte tetradattila.

occupa tutta questa estensione trasversale: il labbro inferiore è sottile ed esattamente rettilineo; l' altro superiore è un poco curvo, più grosso, e più sporgente. Questo canale riceve la parte corrispondente del carpo, e più precisamente lo scafoidolunato in forma di lamina o di cordone depresso, di una estensione grandissima. Questa articolazione, sotto il rapporto della forma, lunghezza, e profondità della fossa, e dell' esatta corrispondenza dei pezzi, richiama al pensiero l' articolazione trasversale delle mascelle dei gatti, la cui stabilità non sarà certamente diversa da quella che studiamo nei cheiropteri. Per lo scafoidolunato i soli movimenti possibili sono quelli di abbassamento e d' innalzamento. Sono questi gli unici movimenti concessi all' arto a cui è impedita qualsiasi rotazione.

Essendo assai bene precisato l' asse di questa articolazione, io la considero come base della mano a cui riferire la positura delle ossa metacarpiane.

Lo scafoidolunato, che abbiamo indicato testè, è estesissimo (1) da dritta a sinistra sullo stesso piano dell' asse articolare. Al di sopra è piano e quasi tubulare, ed il suo margine posteriore è unito, e pressochè rettilineo: all' incontro il suo margine anteriore è reso sinuoso e rafforzato da alcuni tubercoli, il maggiore dei quali trovasi nel mezzo. Al di fuori avvi un grosso riporto, e un grande seno al lato pollicare. I tubercoli

(1) «..... sino a 30 volte più grosso dell' esterno..... » Meckel T. 4, pag. 86.

ed i seni servono quale appoggio, o come luoghi di ricezione per le ossa della seconda serie (1).

La prima serie del carpo, o il protocarpo dei *pteropus*, è composta quasi esclusivamente dallo scafoidolunato. Tuttavolta in prossimità del lato esterno vi si scorge un piccolissimo piramidale di forma globulosa.

Il deutocarpo ha quattro ossa; il trapezio, il trapezoide, il capitato, e l'uncinato.

L'uncinato, considerandolo nella sua faccia superiore, porge un lato di contatto al piramidale, un altro alla testa superiore del capitato; e nel lato esterno ed anteriore termina in punta, che rientra fra le braccia della biforcazione del quarto metacarpo (2).

Il capitato, nella sua faccia dorsale, presenta quasi la forma di un 8, il cui asse è un poco obliquo. La testa posteriore è contenuta sotto il grande sporto dello scafoidolunato, e l'anteriore è in parte abbracciata dalla testa biforcata del terzo metacarpo. L'istmo fra le due teste è occupato al difuori da una sporgenza dell'uncinato, e al di dentro da un lato del trapezoide.

L'ultimo è un piccolo osso, che si disegna sulla faccia dorsale in forma di parallelogramma collocato un

(1) Tavola XIX. fig. 2 — 1.

(2) Io non conosco le altre facce interne e posteriori dell'osso, perchè non ho potuto studiare che le facce superiori sulle quali ho ricavato la figura 2 della Tavola XIX. Per la stessa ragione ho dovuto restringermi alla considerazione delle facce dorsali delle altre ossa carpiane.

po' di traverso. Esso trovasi quasi nel centro del disco dorsale carpiano; e corrisponde su per giù al grande tubercolo dello scafoide. Si appoggia al di fuori, come si è detto, sul capitato, e al didentro sul trapezio. Anteriormente presenta un valido appoggio al braccio di biforcazione del secondo metacarpo.

Grandissimo è il trapezio, e porta il pollice quasi sul lato interno del carpo. Una apofisi basale posteriore curvata di quest' osso, cioè del trapezio, entra nel grande seno dello scafoide; ma in codesta apofisi che è anch' essa incavata, si inserisce uno dei punti più lontani della base del primo metacarpo. Non continuerò a studiare il trapezio ne' suoi rapporti con la colonna pollicare. Anteriormente offre una faccia, sulla quale si appoggia gran parte della base dell' indice; ma non conosco le altre facce (1).

Qui tutto è mutato: le forme, le positure, i contrasti, gli intrecci, se si paragonano colla disposizione da noi studiata nei carpi dell' uomo, della tigre, della foca ecc. Nei cheiropteri gli elementi carpiani presentano un meccanismo interamente diverso e nuovo; ed il suo scopo finale è senza dubbio la decomposizione delle forze, e l' affievolimento dei colpi violenti, che provengono dal volo. Ma i rapporti od i contrasti di un pezzo carpiano rispetto ad un altro, sono in un ordine diversissimo da quello che abbiamo esposto altrove. Essi

(1) Si vegga ancora Alix. *Bull. Soc. Philom.* pag. 137.

sono nell'ordine dell'azione della mano, siccome vedremo dopo aver meglio approfondito il nostro soggetto (1).

Passando allo studio dei metacarpi, i più grossi ed i più forti sono il terzo ed il quinto. Tutti i metacarpi hanno le loro teste carpiane più o meno biforcate, e quelli che le hanno di questa forma in grado maggiore sono il quarto ed il terzo. Il quarto infatti abbraccia la punta cuneiforme dell'uncinato, ed il terzo racchiude fra lè sue braccia la testa angolosa del capitato.

I metacarpi della parte tetradattila della mano cheiroptera tengono tutte le loro teste fortemente strette alle ossa carpiane. Ma questi ripetuti appoggi che i metacarpi trovano sul deutocarpo, sono tutti nella medesima direzione, e nello stesso senso, cioè dal di fuori all'indentro. Di più, pare che tutta intiera la macchinetta carpiana sia montata per dominare innanzi tutto gli sforzi esterni di fianco. Per accertarsi di ciò, basta osservare la figura (2); si vede infatti che il quinto metacarpo ha un forte appoggio sul lato del quarto, il quale, mediante un grande braccio della sua biforcazione, largamente si appoggia sopra una faccia dell'uncinato, che alla sua volta insiste sulla testa posteriore del capitato.

(1) Ciò si vedrà senza dubbio con maggiore chiarezza risultare dall'esame più profondo del carpo del *pteropus*, che naturalisti meglio di me forniti di mezzi di osservazione potessero fare.

(2) Tavola XIX. fig. 2.

D' altronde il quarto si appoggia contro il metacarpo del dito medio, che, in forza della sua biforcazione, racchiude la testa cuneiforme del capitato; ma notiamo bene che è il ramo esterno che veramente è grande. Il capitato alla sua volta insena la sua testa superiore nella cavità dello scafoide, la quale cavità è aumentata dal grosso tubercolo mediano. Contro i colpi di fianco provenienti dal di fuori, il capitato trova un appoggio ancora assai maggiore sul trapezoide, e con questo intermediario sul trapezio che spinge la sua apofisi assai acuminata nel seno dello scafoide.

Infine chi non iscorgerebbe di primo tratto, guardando sulla figura (1), come il secondo metacarpo sia premunito contro i colpi dal difuori, mediante il suo grande ramo esterno che si appoggia contro il trapezio, la cui apofisi posteriore si innesta nella sinuosità dello scafoidolunato?

Io non posso portare più oltre questo esame, che, ne sono ben certo, presenterebbe prove più rassicuranti, e profonde che qui tutto è premunito, ed in modo sicurissimo contro i colpi di fianco; i quali d' altronde sembrano essere realmente i colpi più usuali ed i più ripetuti nell' atto del volo. Perchè, fintanto che hanno luogo i reiterati colpi delle ali sulle colonne atmosferiche, l' azione di questi colpi è bensì d' alto in basso per

(1) Tavola XIX. fig. 2.

sostenere l'animale, ma è ancora dall'avanti all'indietro, acciocchè l'animale possa progredire dall'indietro all'avanti (1). Lo sforzo dunque, che sostengono le asticelle, è uno sforzo obliquo, intermedio fra il verticale, e quello di progressione dall'innanzi all'indietro; ma parmi che una maggiore importanza spetti a questa ultima azione. Il volo dei cheiropteri è un vero giuoco di remi in un fluido, in cui la densità richiede alcunchè per sostenere il piccolo corpo dell'animale, il quale in proporzione della superficie della membrana sta come 1 ad 8. Essendo dunque i quattro metacarpi esterni costretti a sopportare, ad ogni colpo d'ala, sforzi di fianco dall'indietro all'avanti, la forma delle stesse teste metacarpiane d'altronde sì notevoli, del pari che quelle degli elementi carpiani, è resa ben manifesta, giacchè suo còmpito è quello di premunire l'arto alare dei cheiropteri contro i colpi di fianco.

Supponiamo per un momento che io non avessi prevenuto il mio lettore colla descrizione delle forme ossee del carpo dei cheiropteri. Allora un accurato esame intorno al modo di agire dell'ala di questi animali lo porterebbe ad una deduzione inevitabile: vale a dire,

(1) Chabrier aveva già indicato, per le ali in generale, il modo di percussione che esse eseguiscono sulle colonne dell'aria, vale a dire obliquamente, affine di spingere in questa maniera il volatile all'innanzi *nella direzione della risultante delle forze.* (*Mémoires du Muséum* T. 6, pag. 425).

che — nel carpo dei pipistrelli debbono dominare i contrasti contro i colpi di fianco —.

Nel laberinto di contrasti e di reazioni di questo piccolo carpo affine di decomporre gli sforzi che cadono sull' ala, altri ve ne ha senza dubbio che non saprei ora indicare, e specialmente quelli che sono diretti a superare gli sforzi di torsione, che ricadono poi sulla mano in forza delle irregolari commozioni dell' atmosfera durante il volo, e quelli ancora che dipendono dai movimenti del pollice. Nei *pteropus* la grande base del pollice che insiste sul trapezio, ed anche direttamente sullo scafoidolunato, fa vedere di quanta resistenza sieno state fornite anche queste parti del carpo.

Un carattere che è fondamentale e nel tempo stesso più distintivo nei cheiropteri, come abbiamo indicato tante volte, è la disposizione e la lunghezza dei metacarpi. Questi stanno divaricati ed aperti nella azione del volo, ma stanno ravvicinati e raccolti come in un fascio durante il riposo. È cosa rilevante considerare come avvenga la divergenza dei bastoncelli alari; poichè è notevole che essi sono capaci di una divaricazione sensibilissima, senza però togliere nulla della forza che loro è necessaria per ottenere dalla loro base reciproci appoggi.

Prima d' ogni altra cosa bisogna dire che l' inserzione dei quattro metacarpi sulla piastra ossea del carpo,

non si trova nè sopra un medesimo livello, nè in una stessa serie. Diffatti, se, come altrove abbiamo accennato, si prende per base della mano l'asse dell'articolazione radio-carpiana, si vede che il quinto metacarpo è collocato più in basso, mentre gli altri sono gradatamente più elevati fino all'indice che è il più alto di tutti. Inoltre la serie di queste basi forma quasi la quarta parte di un circolo; il quinto metacarpo trovasi nel di fuori della mano vicinissimo allo scafoide, mentre il secondo ed il terzo sono al dinanzi dal carpo.

La divergenza di queste quattro verghe metacarpiane potrebbe avvenire altresì per una divaricazione reale, come se fossero asticelle infilzate dentro a un piccolo cerchio (1). Le verghe si troverebbero sempre aperte o chiuse in un medesimo piano: e avverrebbe, come di alcune dita della mano dell'uomo o del piede degli uccelli, che possono allontanarsi o ravvicinarsi nel medesimo piano. Ma questo allontanamento di un dito dall'altro accade sotto l'azione dei muscoli divaricatori, i quali imprimono un movimento a dita, la cui base è convenientemente acconcia a questo genere di movimento. In questo caso ordinariamente si trovano quattro muscoli collocati in servizio di ciascun dito: un divaricatore, un adduttore, un flessore, ed un elevatore. Questa struttura complicata trovasi diffatti, nei casi che abbiam citati, sia dell'uomo che degli uccelli, quando

(1) Tavola XVIII. fig. 3.

ai movimenti di divaricazione sono accompagnati quelli di preensione.

Se l' espansione dell' ala del pipistrello si operasse mediante la divaricazione delle dita, a quel modo che abbiamo indicato, sarebbe occorso un grande apparecchio di fortissimi muscoli divaricatori e adduttori. Ho detto fortissimi, perchè per mantenere in divaricazione le dita, quando sono sotto l' azione del volo, ci vorrebbe molta forza. Di più una nottola che per moltissime ore volteggiasse nell' aria, sarebbe sottoposta ad una continua tensione de' suoi muscoli divaricatori.

Fissiamo esattamente le nostre idee. La divaricazione, che abbiamo testè considerata, è una mutua ripulsione dei pezzi sopra un medesimo piano, qual' è la disposizione dei raggi nelle ruote. Un altro mezzo, ed un meccanismo più semplice si è la divaricazione obliqua, quale appunto si riscontra nei ventagli delle signore. Anche qui si ottiene una grande estensione di superficie, mediante un semplice scivolamento dei fusticini nel senso delle loro facce di contatto. Ma ciò si ottiene per mezzo di una condizione. Quando il ventaglio sta chiuso, il suo asse è orizzontale; quando il ventaglio si apre si abbassano da un lato le sue stecche, e si innalzano dall'altra. In somma è un alzamento ed un abbassamento delle parti, che costituisce il ventaglio, o, che torna il medesimo, bisogna che le stecche si trovino disposte a differenti gradi di abbassamento.

L' espansione dell' ala del pipistrello, studiata sotto questo rapporto, si riduce ad un semplice moto di elevazione e di depressione delle dita. Questo lavoro io lo posso imitare colla mia mano: se abbasso le quattro dita contro alla palma della mano, e poscia innalzo per quanto mi è possibile l' indice, il terzo dito un po' meno, e gradatamente così le altre dita, ottengo una superficie dilatata, che imita esattamente quella dell' ala del pipistrello, e pure le dita non han fatto che rialzarsi a diversi livelli dalla loro primitiva posizione.

Non occorrono più a codesto meccanismo muscoli divaricatori nè adduttori di molta forza; è bastevole l' azione degli elevatori e dei depressori, e questi stessi muscoli non richieggono che piccole dimensioni.

Diffatti il distendersi che fanno le quattro dita del pipistrello pel volo, è un lavoro di lieve momento; giacchè basta che vi sia un muscolo capace semplicemente di elèvare il dito, fino alla estensione che è richiesta. Sarebbe come se io dovessi alzare dal suo stato di depressione il mio dito indice ovvero il medio; la qual cosa, come ognun sa, domanda una lievissima fatica. Il colpo sull' ala importa l' estensione delle dita del pipistrello, e inoltre questo urto è sostenuto dalla verga metacarpiana, non già mediante l' azione dei muscoli depressori, ma bensì mediante il meccanismo delle parti ossee; vale a dire mediante l' ingranaggio dell' articolazione carpo-metacarpica.

Dunque l' azione muscolare è ridotta a piccolissima cosa sulle quattro dita del pipistrello. Siccome l' ala

batte d'alto in basso, così il meccanismo per la distensione delle dita è affidato principalmente al sistema osseo. I muscoli elevatori hanno compito la loro funzione quando hanno innalzato le dita; il che costa ben poco. Altrettanto accade pei depressori delle dita.

Ora ciò spiega la esiguità di tutti questi muscoli nella mano dei pipistrelli.

Gli elevatori ed i depressori delle dita ridotti per conseguenza allo stato filiforme, ed anche i muscoli divaricatori e adduttori, se ce n'è, non avendo più quasi nulla a fare, si è ottenuta una grande semplificazione nell'ala del pipistrello; ma sopratutto poi ne risulta quello stato sottile e leggero dell'intiero arto, che attua le due qualità indicate dal Temminck, cioè che « le ali dei pipistrelli sono fornite di tanta superficie quanta è la loro leggerezza » (1).

Una operazione quale è quella di battere l'ala pel volo, e che parrebbe incomoda e difficile ad eseguirsi dai cheiropteri, si riduce dunque semplicemente all'aprire o chiudere del ventaglio. Ogni vero sforzo è riservato ai muscoli motori del braccio, e sopratutto ai muscoli pettorali, che sono realmente molto sviluppati. Ma questa è la proporzione muscolare, che in tutti i mammiferi, specialmente quadrupedi, ed in tutti gli uccelli, è indispensabilmente consacrata per la traslazione. Questi

(1) Temminck. *Monogr.* 1. pag. 158.

muscoli sono sempre destinati a muovere strumenti di traslazione; poco monta poi se siano gambe od ali.

Finalmente la differenza di direzione dell'asse articolare radio-carpiano con quello delle inserzioni delle basi metacarpiane, richiede che tutte quattro le dita si trovino distese sopra di un piano, il quale è quasi lo stesso piano di flessione del braccio sull'avambraccio. Ma nello stato di riposo queste tre parti che compongono l'ala, l'omero, il radio e la mano, tutte e tre si inflettono nel medesimo modo. Diffatti come il radio è posto a lato dell'omero, così le dita sono poste presso il radio (1).

Da ciò si comprende la singolare meccanica, che è stata introdotta nella mano dei cheiropteri per servire al volo. Le teste superiori delle ossa metacarpiane hanno qui ricevuto una libertà e indipendenza di movimenti che ordinariamente non trovasi nei mammiferi, senza parlare dei metacarpi dell'uomo che altrove abbiamo studiati. Nei cheiropteri si osservano altresì facce di scivolamento fra i metacarpi e le corrispondenti ossa del carpo, ed anche fra l'uno e l'altro metacarpo. Sono facce nuove per una organizzazione *mammifera*, le cui forme e singolari funzioni servono ad indicare nuovi rapporti, che certamente meriterebbero studi più profondi. In ricambio di siffatta libertà, che a prima

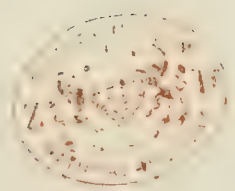
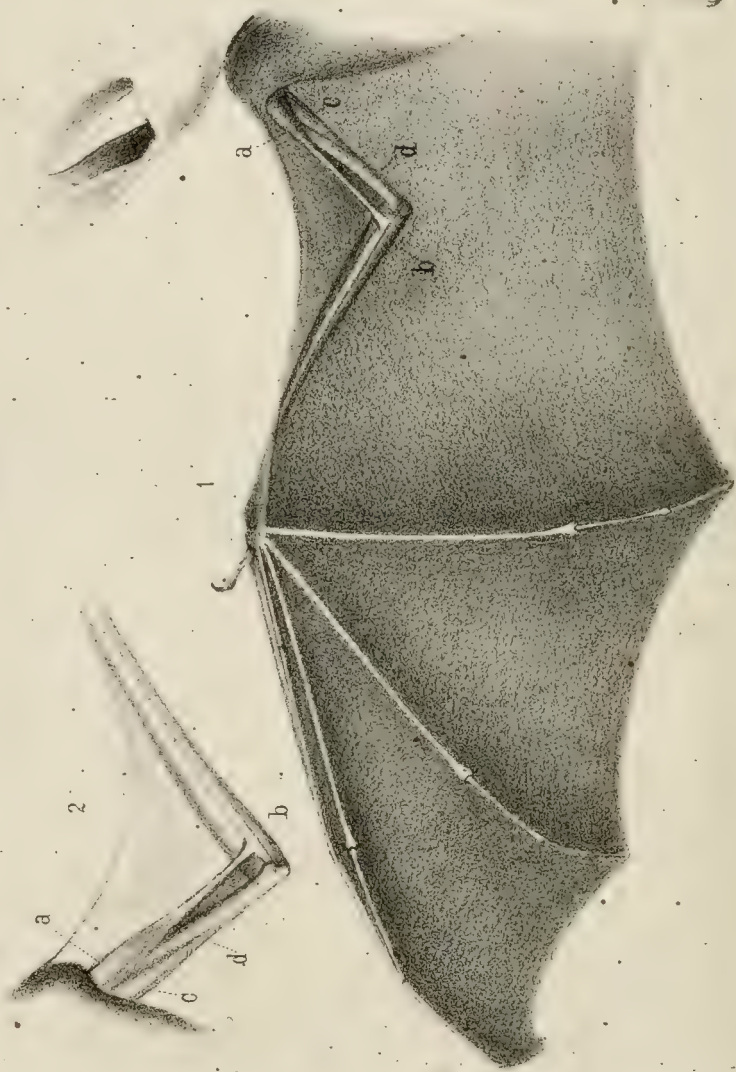
(1) Tavola XVIII. fig. 2.

giunta potrebbe compromettere la stabilità delle verghe metacarpiane, ogni metacarpo è stato messo in rapporto colle ossa carpiane mediante le larghe facce di contatto superiormente descritte, le quali assicurano la individuale resistenza di ciascuna asticella.

Raffrontando le dita dei cheiropteri con quelle dell'uomo, della tigre ecc., si potrebbe dire che sono dita costantemente piegate. Ma a questo riguardo è opportuno notare che ci corre grandissima differenza. Nè io nè la tigre ecc., pieghiamo mai le nostre quattro dita per un movimento del metacarpo sul carpo, perocchè queste ossa d'ordinario sono sì bene assicurate sul carpo, da non potersi inclinare menomamente. A questo proposito si vegga quanto è stato detto nella pagina 108 e seguenti.

Il terzo e il quinto dito, come dicemmo sono le dita più grosse, e precisamente quelle che debbono sopportare nell'azione del volo gli sforzi maggiori. Il terzo dito è la verga più lunga delle altre, e quella su cui si concentra l'asse di forza dell'ala. L'indice gli sta dappresso e quasi aderente, per servirgli di aiuto e rinforzo. Il quarto, intermedio fra il terzo e il quinto, è aiutato dal loro appoggio, ed è più sottile di entrambi (1).

(1) La grossezza o la esilità delle quattro dita dei pipistrelli è subordinata alla condizione generale della massima elasticità possi-

XX.

O. Nannini lit.° Contoli dis.° Lit. G Wenk.

Osservando da vicino un pipistrello ad ali aperte, non si può a meno di restare meravigliati di una singolarità; e questa è la notevole magrezza del braccio e dell' avambraccio, benchè le ossa abbiano un volume per lo meno normale. Il Camper aveva già notato questa osservazione; il fatto è sì notevole in alcune specie, che l' omero ai due terzi inferiori della sua lunghezza è un osso rotondo perfettamente lasciato allo scoperto, salvochè è leggermente velato dagli integumenti aracnoidi e trasparenti (1); e' si direbbe un osso spogliato

bile, onde sono fornite le stecche alari in accordo colla necessaria forza. Laonde il quarto metacarpo che è più corto, deve nella sua piccolezza armonizzarsi mediante la sua elasticità col più grosso, il quale, non ostante la sua robustezza perchè più largo, offre un egual grado di elasticità. Grossezza e cortezza escludono la flessibilità o l' elasticità. — D' altronde apparisce manifesto, quanto sia sapiente la economia impiegata fino in queste ultime e minime costruzioni. Si trovano forse sempre queste finezze di costruzione nelle opere dell' intelligenza umana? E si potrà supporre di trovarne spesso nei prodotti della modificazione recata dalla *lotta dell' esistenza*, o dalla *inconsapevole selezione naturale?*

(1) Tavola xx. fig. 1 e 2. *d*.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XX.

Muscoli dell' omero del Pipistrello.

Fig. 1. *a*) muscoli flessori dell' ala del pipistrello orecchiuto (*Plecotus auritus*. Géof.) — *b*) inserzione del suo tendine sul radio — *c*) muscolo estensore — *d*) omero.

Fig. 2. Le stesse parti del *Vespertilio murinus* indicate colle lettere *a, b, c, d,* come nella figura precedente.

delle sue carni. Ciascuno sa, che in generale il braccio dei mammiferi è fornito di una talquale rotondità carnosa, che è il prodotto dei numerosi e voluminosi muscoli che circondano il braccio. Così una gorilla, un cane, un maiale, una pecora, hanno tutti le loro braccia ben proviste di muscoli, sotto il duplice aspetto, o della pluralità di funzioni da compiersi (come la flessione e la rotazione), o della forza che hanno da esercitare con esse braccia.

Ma nei cheirotteri, massime insettivori, non si trova quel possente apparecchio muscolare che osservasi nell' uomo, e nelle belve che abbiamo indicate. Due grossi tendini forti e lunghi, come anche alcune fibre muscolari leggerissime, scendono parallelamente all' omero: ecco tutto ciò che si ha nei due terzi inferiori di essi. Al terzo superiore del braccio, questi tendini sono preceduti da due corti ventri muscolari *a*, *c*, la cui orgine si trova nella più alta regione dell' omero, ossia nella spalla; ma dal primo terzo dell' omero in giù, si vede l' osso presso che nudo, e accompagnato dai due tendini.

Son questi i tendini dei muscoli *estensore*, e *flessore* del braccio.

Pel minuto esame delle corde muscolari dell' arto anteriore dei cheirotteri, mi riporto alle opere di quei molti dotti che le hanno illustrate, e particolarmente

a quella dell' Alix (1) che altrove ebbi occasione di citare. Noterò soltanto, che il primo tendine si inserisce sull' olecrano, percorrendo il lato infero-posteriore del braccio (2), e spiega l' ala. Il secondo, nel grande pipistrello orecchiuto e nel *Vespertilio murinus* (3), ben presto si allontana dall' omero, che lo segue ad una notevolissima distanza, e si inserisce sul radio in un punto *b* notabilmente distante dalla sua articolazione omerale. L' osso del braccio, in gran parte sprovisto dei muscoli che servono alla supinazione ed alla pronazione (4), rimane dunque, come abbiamo detto, quasi

(1) Alix. *Bull. Soc. Philomat*, T. 4, pag. 127. — Meckel. T. 6, pag. 290 e susseguenti, non è sempre in accordo col Cuvier. *Leç.* 1, pag. 296. — Ultimamente il Macalister ha somministrato un grande lavoro « *The Myologie of the Cheiroptera* » (*Philosophical transaction of the R. Soc. of. London*, Vol. 162, 1872, Part. 1.). Egli ha molto bene raffigurato nella Pl. XIII. fig. 13 *f*, e nella Pl. XIV. fig. 5 *a*, il *biceps flexor cubiti*, staccato dall' omero, nel *Cephalotes Pallasii* ed in altri. — Non ho potuto giovarmi delle numerose osservazioni che si trovano nell' opera del Macalister, essendomi giunta quando il mio lavoro era già sotto stampa. Anche nella Tav. X. fig. 1. 2. e 5, al n.º 15, dell' opera — *Recherches anatomiques et paléontologiques sur les Oiseaux fossiles de la France* — è rappresentato il *biceps flexor cubiti* degli uccelli, egualmente staccato dall' omero. Nuova prova che la necessità meccanica porta seco la uniformità di costruzione, ovunque è uniformità di funzione.

(2) Tavola XX. fig. 1 e 2 *c*.

(3) Tavola XX. fig. 1 e 2 *a*.

(4) Ho detto in gran parte, poichè mentre il Cuvier afferma positivamente che i pipistrelli non hanno muscoli destinati a pro-

privo di corde muscolari a' suoi due terzi inferiori. Essendo perciò i piccoli ventri muscolari (l' estensore cioè ed il flessore) ridotti e concentrati sul terzo superiore del braccio, e vicinissimi al centro del movimento, l'omero rimane sbarazzato del peso muscolare, mentre poi non fa difetto la forza richiesta per la estensione e flessione del braccio.

Io non intendo già di addentrarmi a fare induzioni sopra argomenti, che finora non sono chiari abbastanza: ma non parmi che sia un fatto isolato, la economia da noi rilevata del sistema muscolare nelle braccia dei pipistrelli.

durre la supinazione, e che sono privi dei muscoli pronatori, il Meckel assicura che i cheirotteri posseggono il *rotondo* pronatore ed il *corto* supinatore. Essi potrebbero forse trovarsi nel caso saggiamente indicato dal Cuvier (*Leç.* pag. 299) degli uccelli, nei quali i muscoli che tengono il luogo dei pronatori sembrano servire da flessori.... *ed il loro uso è assolutamente scambiato.* Diffatti, quali supinazioni o pronazioni sono possibili nei pipistrelli, se nell'avambraccio non trovasi che il solo radio? — Si vegga ancora Alix (*Bullet. Soc. Philom* o. c. pag. 143), che fa notare una piccola torsione del radio sull' omero del *Pteropus Edwardsii.* Ma se codesta torsione fosse generale in tutti i pipistrelli, la supinazione e la pronazione ordinaria della mano dell' uomo, che può eseguirsi ad arbitrio, e indipendentemente dalla flessione e dalla distensione dell' arto, non si potrebbe mai confondere con questa torsione dei cheiropteri in rapporto alle facce articolari, che pongono il radio in posizione tale da girare l' ala pel volo.

È notorio che la gorilla strozza fra le proprie braccia una vittima, tanta è la potenza muscolare ond' è provista. Le sue braccia come quelle dell' uomo hanno inoltre una mano preensile; ed impiegano l' intero arto nelle funzioni di flessione e di rotazione molto forti. Analoghe considerazioni si ripetono per molti animali. In ciascuno di essi si ha una flessione dell' avambraccio sul braccio, motivata dall' esercizio della forza o della violenza; però è cosa naturalissima che vi si trovino muscoli di molto sviluppati.

Ma quali sono le funzioni di estensione e di flessione delle braccia dei cheirotteri? Eccole: l' estensione consiste nell' apertura dell' ala, e la flessione è il ripiegarsi dell' ala stessa. Sono due operazioni che non presentano il minimo ostacolo da superare; e appena qualche volta i pipistrelli eseguiscono un po' di sforzo nel rampicare e trasportare i loro piccoli corpi. Del rimanente è manifesto, per quanto si è detto, che alla mano del pipistrello non è affidata quasi niuna funzione digitale. A che dunque stupire che anche le corde muscolari in questi animali, e per codeste parti sieno poi così ridotte di numero e volume?

Una simile osservazione, benchè di minore importanza, può farsi sul conto dell' avambraccio e della mano. La preensione per la parte tetradattila è totalmente nulla. Stese che siano le quattro dita, e l' ala trovandosi espansa pel volo, la resistenza delle stecche digitali contro la percussione delle colonne d' aria può dirsi passiva, perchè queste stecche trovano il loro punto

d' appoggio nelle forme delle ossa carpo-metacarpiane più che nei muscoli depressori.

L' economia del sistema muscolare osservata nell' omero non è dunque limitata soltanto alla regione di quest' osso, ma si estende, sotto condizioni che qui sarebbe difficile esporre, anche all' avambraccio ed alla mano.

Di quanto è diminuita l' azione della mano nei cheirotteri specialmente insettivori, d' altrettanto si accresce in ricambio l' azione di tutto l' arto mediante le iterate percussioni, ripetute e continuate con una maravigliosa rapidità. Del pari colla diminuzione e coll' impoverimento dell' apparecchio muscolare dell' arto si è aumentato il grande sviluppo dei muscoli toracici, dei quali il grande pettorale, al dire del Meckel, è da se solo più voluminoso di tutti gli altri muscoli di questo animale riuniti insieme (1).

(1) L' osservazione del Meckel (T. 6, pag. 276) è senza dubbio un fatto interessante pei fautori della dottrina della *compensazione degli organi*. Quanto i muscoli o le ossa ecc., di una parte del corpo dell' animale, hanno guadagnato nello sviluppo, altrettanto quelli di un' altra parte hanno perduto della propria grandezza ed importanza. — Ciò è vero. — Il Géoffroy St. Hilaire padre, ha migliaia e migliaia di fatti che appoggiano la sua brillante teoria. Diffatti il *kanguroo* e i *dipus* non hanno forse le loro estremità anteriori rappiccinite di quanto le posteriori sono cresciute di grandezza? Le ossa, i muscoli, i vasi, i nervi, tutto è ampliato nella metà posteriore del corpo di questi animali, e per contrario è rim-

Poc' anzi abbiamo notato che il punto di attacco del *flessore* sul radio si fa in basso, a qualche distanza

piccolito tutto nella parte anteriore. Parmi pertanto che da questi fatti si avesse a trarre una sola dottrina, giacchè tutti questi fatti e le migliaia che vi si potrebbero aggiungere, rientrano su per giù nella più semplice *ragione meccanica.* Se il *kanguroo* è conformato per trasportarsi solo sulle estremità posteriori, due cose ha bisognato fare: 1.° concentrare nelle parti posteriori mezzi di forza proporzionati a tale trasferimento; 2.° sottrarre alle parti anteriori gli organi di forza che sarebbero rimasti inutili dopo la nuova costruzione dell' animale. In questo fatto avvi un trasporto di *forze* attive da un punto ad un altro, poichè avvi trasporto di *funzione.* A qual pro diffatti due mezzi di trasporto, se uno solo bastava? A che pro dare al *kanguroo* gambe anteriori come quelle del cervo, giacchè gli sarebbero inutili?.... Ma che dico inutili! sarebbero anzi in diretta contraddizione colla struttura posteriore. Per utilizzare la razionalissima costruzione posteriore, bisognava mettere in accordo la metà anteriore colla posteriore; non è egli vero? Conveniva dunque impicciolire quella il più che fosse possibile; bisognava ridurla al minimo. Le grandi gambe anteriori avrebbero reso inutili le posteriori. Un *kanguroo* con quattro estremità sviluppate sarebbe stato un assurdo, un imperdonabile errore contro le prime regole di meccanica. Che cosa resta allora per proclamare la *legge di compensazione degli organi?*

La vita dei cheirotteri era destinata pel volo, non già pel camminare. Or bene, facea dunque mestieri concentrare le forze là ove stava il centro d' azione: per conseguenza potevasi o meglio si doveva abbandonare tutto il rimanente. Le gambe non servono al pipistrello quasi altro che da uncini; ma bisognava inoltre rimpiccolire per quanto era possibile quelle parti, che richiedevano la massima leggerezza: occorreva per conseguenza una grande evoluzione

dall' articolazione omero-cubitale. Nel *Pteropus edulis* per esempio, questa distanza e di m. 0, 023 dall' angolo interno omero radiale, quando il braccio si trova

dei muscoli toracici, una grande resistenza alla cassa toracica, una grande concentrazione di muscoli sul torace, sulle spalle e nella parte superiore dell' omero, attenuando i muscoli di dettaglio di tutto l' arto anteriore. Vale a dire: impicciolirli là ove non era necessario un sistema di corde muscolari più grandi di quel che sono; là ove questo sistema, così ridotto fino al punto in cui si trova, è del tutto sufficiente.

La compensazione degli organi è manifesta; chi può negarlo? Ma è egualmente manifesto che la vera ragione, quella cioè che *gode* di sola *consistenza scientifica*, è la ragione o la *necessità meccanica*. Essa richiede due cose: 1.° le forze impiegate al proprio luogo; 2.° l' esclusione di tutto ciò che sarebbe in contraddizione colla struttura fondamentale.

« Il bilancio (*budjet*) della natura essendo stabile, una somma troppo forte impegnata in una spesa, esige altrove una economia ». Goethe. — « Se avviene che un organo acquisti uno straordinario aumento, l' influenza diviene sensibile sulle parti vicine, le quali allora non raggiungono più il loro abituale sviluppo.... tali parti addivengono come altrettanti rudimenti, che in certa guisa testificano la permanenza dal piano generale » (Géoffroy St. Hil. *Zool. gen.* pag. 94). Altri scienziati hanno detto che la tendenza alla *compensazione organica* sembra che implichi uno stato più o meno grande d' imperfezione in certe parti dell' economia, quando altre parti acquistano un notevole sviluppo, come se la forza vitale dell' animale non potesse bastare ad uno straordinario lavoro in un punto dell' organismo, senza ritirarsi in certo modo da altre parti del corpo, affine di concentrare i suoi sforzi sopra un oggetto solo. (Milne Edward' s, *Elém. d' Hist. nat.* 1871 — e Van Beneden, *Anat. comp.* pag. 211. — Géoffroy St. Hil. *Taupe* pag. 22).

piegato; e giugne fino a m. 0, 028 se si misuri la distanza di tale inserzione dalla estremità superiore del radio (1). Nella tavola che rappresenta il *Vespertilio murinus* (2) si vede che la corda tendinea del *flessore* del braccio in questo pipistrello trascorre una parte del suo corso interamente isolato, e inoltre va per la più breve dal punto di partenza a quello di attacco. Geometricamente considerando, la è codesta una pratica perfezionata di utilizzare una corda, poichè in questo modo si ha una forza applicata molto più utilmente; di guisa che, mediante un ventre muscolare più piccolo dell' ordinario, si è potuto ottenere la funzione del piegare il braccio; si è potuto risparmiare nel volume e nel peso dei muscoli, e perfezionare ad un tempo l' assetto e l' azione delle stesse corde muscolari.

Questo sistema di applicare le corde motrici sarebbe per certo sempre preferibile nel caso che ci sieno angoli da chiudere, come ha luogo effettivamente in tutte le braccia, in tutte le gambe dei vertebrati e degli articolati. Peraltro, non si trova quasi mai che io mi sappia, un solo viaggio per *breviorem*, nè l' abbandono di corde flessorie allontanate dall' osso ond' esse dipendono. Caso peraltro assai notevole che si riscontra in questa famiglia dei cheirotteri. D' altronde è facil cosa l' intendere, che in questa famiglia si sia potuto impunemente distaccare queste corde dal braccio, pe-

(1) La grossezza dell' omero di questo *Pteropus* è di m. 0, 005.
(2) Tavola xx. fig. 2 *a*.

rocchè, pel modo di agire che le è proprio, come altresì per la protezione della membrana alare, codeste corde sono al riparo da ogni immaginabile pericolo. Nella generalità dei casi, e nel braccio della gorilla in particolare, il loro modo di agire metterebbe troppo in pericolo queste corde tendinee, se fossero isolate e distanti dall' omero; e per ciò si è dovuto tenerle vicinissime all' osso, ed anzi sopra l' osso medesimo.

Ora io domando: se è esistito un piano primordiale, sulla cui modificazione si siano modellati tutti gli animali, ed anche i cheirotteri; se questo prototipo ideale era regolato sopra un disegno fondamentale in armonia colla pluralità degli animali; per qual motivo non si è conservata la medesima costruzione sì nella famiglia dei cheirotteri, come in quella degli altri mammiferi? Parmi che l' *unità di piano* avesse richiesto che le corde brachiali fossero state fisse all' omero del pipistrello, come sono nella gorilla e negli altri animali.

Convien dire, che non essendosi qui rispettate le esigenze dell' *unità di piano*, il problema delle corde muscolari libere deve risolversi per altre leggi. La *necessità meccanica* soddisferebbe forse meglio alla soluzione di tale problema? Credo che sì senza dubbio; e la cosa può enunciarsi positivamente, dicendo — ovunque la necessità meccanica ha richiesto l' applicazione delle corde muscolari sopra l' osso, quivi le si trovano immancabilmente; ma ove la convenienza meccanica ha per-

messo il migliore impiego delle linee di forza, mediante l'isolamento delle corde, le corde sono state abbandonate e lasciate in libertà. — L'*unità di piano* sarebbe un principio rigido e cieco, il quale, sempre servile alla stessa direzione, non avrebbe in sè *ragione* di cangiare la sua via. Per contrario la *necessità* o la *legge meccanica* persiste tanto tranquillamente e razionalmente nella sua via, quanta è la ragione che ha di persistervi; ma essa cangia le sue disposizioni, tostochè vi abbia una *ragione* scientifica di dovere mutarle. La legge meccanica in 999 casi agirà sempre con un dato meccanismo o sistema; e anche per un solo caso, in cui quel meccanismo o sistema non potesse sussistere, essa lo cangia. Le quattro dita della mano dei mammiferi in mille casi sono tutte proporzionate fra loro, eppure in un caso (ed è nell'Aye-aye) avvi un dito straordinariamente più lungo; mille volte le pareti dello stomaco sono molli, ma una volta nel *Rachiodon scaber* vi hanno punte a maniera di denti; l'asperarteria non è mai racchiusa in un canale osseo, eppure siffatto caso si riscontra nella grue. Parmi che la legge dell'*unità di piano* non abbia il modo di spiegare questi salti repentini e queste istantanee deviazioni da un piano generale, che fino a quel caso era stato scrupolosamente seguito. Per converso le leggi meccaniche ci danno ragione con somma naturalezza di queste strane apparizioni. La divisa delle leggi meccaniche è l'*applicazione razionale dei mezzi al fine.* Ogni volta che si presenta un fine nuovo, esse introducono un metodo nuovo, e

l' introducono, se occorre, anche per un caso solo. Ed eccovi il dito dell' Aye-aye, la lanterna della *fulgora*, i denti del *rachiodon* ecc.

Se alcuno pertanto, vedendo le corde isolate del pipistrello o i denti dello stomaco del *rachiodon*, giudicasse che qui chiaramente si manifesta in esercizio la *necessità meccanica*, gli si potrebbe forse apporre a grande errore? E se, procedendo di un passo più oltre nel ragionamento, dicesse che codesta applicazione diretta delle leggi meccaniche sembra metterci in presenza dell' artista intelligente, il quale, in una sola occasione in cui ha potuto variare le sue disposizioni senza che le sue costruzioni dovessero andarne sconcertate, ha introdotto un sistema nuovo che non si riscontra negli altri animali, potrà dirsi forse che in tutto questo egli sogna?

Veniamo ad un' ultima ricerca sul conto dei cheirotteri.

Non conosco per qual ragione abbiano penne gli uccelli e peli i mammiferi: gli è codesto un di quei fatti primordiali che l' intelligenza umana non è in caso peranche di conoscer bene. Ma queste diverse pertinenze tegumentari sono di tal maniera appropriate, costanti, e al tempo istesso esclusive per le due classi suaccennate, che può ritenersi che si trovino in essenziale dipendenza coll' organismo di quegli animali. Dal che

rilevo, come non si potrebbero improvvisare penne ai pipistrelli, senza mutare da cima a fondo la loro natura convertendola in quella di uccello. Se le penne dunque non erano di tale natura da essere improvvisate sui pipistrelli, è palese che per fornire ai pipistrelli un' ala bisognava trar profitto da ciò che era disponibile nei limiti della natura mammifera, vale a dire giovarsi delle parti proprie della natura mammifera, che sono — dilatazione ed estensione degli integumenti, e prolungamento delle stecche ossee (1). — Non era possibile la

(1) Non occupandomi di ciò che costituisce la *natura mammifera*, mi restringo ad una sola osservazione. La moltiplicazione della specie nei pipistrelli è straordinariamente limitata; giacchè, come ognun sa, la femmina dei cheirotteri depone tutt' al più uno o due piccoli. Il peso di tre o quattro feti prossimi a nascere sarebbe stato già un carico incompatibile coll' equilibrio del corpo dell' animale sul centro di gravità dell' ala. Avrebbe bisognato sostituire una successiva deposizione delle uova, per rendere possibile una figliolanza più numerosa che quella di uno o due piccoli: e sarebbe stato mestieri sostituire alla generazione vivipara la ovipara Tutti intendono che siffatta sostituzione intacca i fondamenti dell' organismo di un animale, onde poi derivano innumerevoli conseguenze. Un analogo ragionamento si è fatto altrove, parlando dei cetacei (Vedi addietro pag. 225). Ogni volta che un tipo, supponiamo il mammifero, invade la costituzione di un altro (il tipo uccello p. es. o pesce), assumendo forme sia pel volo, sia pel nuoto, ed esce dalla sua semplice costituzione tipica, ei si trova ben presto ridotto a restrizioni tali, che non gli consentono di estendersi più, senza assolutamente far passaggio al tipo imitato, e senza perdere i proprii mezzi e la propria natura.

mescolanza dei due tipi, cioè le piume d'uccello sopra un mammifero. O la nutrizione (mi si conceda spiegare

Quanto ho detto per risguardo alla necessità di una successiva deposizione di uova per rendere possibile negli uccelli una numerosa famiglia, domanderebbe forse maggiore svolgimento; ma qui non si conviene introdurre una questione molto ampia, e mi starò pago di alcuni cenni, che pongano in chiaro una differenza fondamentale che esiste fra il tipo mammifero e il tipo uccello.

Un mammifero non porta i suoi feti a completa evoluzione, ma conviene che egli ne compia la nutrizione mediante il latte. Questo si può considerare come una esterna emanazione del corpo materno per sostituire e continuare il nutrimento somministrato dianzi ai piccoli durante la vita intrauterina.

Negli ultimi giorni i piccoli, sebbene incompleti, sono tuttavolta un tal peso che incomoda la madre, e quasi la impedisce di camminare. Brevemente, la macchina del corpo materno non è atta a portare i piccoli oltre al termine del parto. Alla fine della sua gestazione, la femmina si trova impedita di procurarsi un alimento, quando essa appunto ne abbisogna in copia maggiore. Ma poichè ha partorito, ripiglia la sua naturale agilità, abbandona i suoi piccoli nella tana, ed esce a procacciarsi nell'aperta campagna quell'alimento che poi trasmuta in latte pe' suoi neonati.

Il peso dei feti addiviene forse l'ultima delle cause che si traggon dietro la necessità di troncare, mediante il parto, la vita intrauterina; ma anche questa sola considerazione applicata agli animali volanti, ci conduce a riconoscere la necessità di un'altra natura, cioè della ovipara.

Mi abbisogna premettere come postulato, che l'armonia generale dell'ordine presente della vita sulla terra, richiede che alcune specie di uccelli abbiano due pulcini, ed altri sino a dieci o venti.

L' uccello è fornito di ali, la cui forza di trasporto e la loro

la cosa con alcune parole) o la nutrizione del feto era nell'uovo, o era nel latte della madre; o la natura

inserzione al centro di gravità sono proporzionate agli ordinari bisogni, e già lo stato di pinguedine rallenta d'assai la sua agilità pel volo.

Ora la cingallegra, che depone venti uova, dovrebbe portare nel ventre venti piccoli, il peso dei quali non sarebbe certo minore di quello delle stesse uova. Se la piccola femmina fosse vivipara, sarebbe costretta di portarli tutti e venti fino all'ultimo istante, perchè l'ora del parto per tutti i piccoli è la stessa.

A siffatta difficoltà si è provveduto, distribuendo i parti in periodi successivi.

Dopo la fecondazione, il primo germe è provvisto di un accumulamento di sostanza nutriente, e di mezzi di protezione nel seno materno. E siccome la evoluzione del feto non si opera nel corpo della madre, così la sua dimora colà dentro è di poca durata; ed anche per quel tratto di tempo che vi resta racchiuso, esso è un peso proporzionatissimo all'uccello, talchè la femmina può liberamente volare. Dopo la espulsione del primo uovo, successivamente ne viene deposto un secondo, un terzo, e perfino un ventesimo.

Durante la deposizione della uova la femmina dunque è generalmente libera, e può darsi cura del proprio alimento. L'embrione deposto nel primo uovo dorme e può dormire per alquanti giorni: la sua evoluzione dipende da un altro ordine di cose, che comincia dopo la totale deposizione di tutte le uova, e questo è la incubazione o covatura. La costruzione del nido favorisce per mantenere il calore, ed i plessi incubatori della madre ne somministrano una fonte più copiosa. La madre sta in riposo, e attende frattanto all'opera della propagazione della specie; ma tutti i suoi mezzi agiscono *nella sfera della loro azione normale.* Così il volo non è mai interdetto nè impedito, ed il numero dei piccoli non è ristretto nei limiti che sarebbero imposti ai pipistrelli dalla *natura mammifera.*

ovipara o la natura vivipara. Da questo semplice enunciato derivano conseguenze innumerevoli, e del più grande interesse.

Essendo dunque il tipo mammifero alcunchè di costante e di determinato, se si voleano fare dei mammiferi volatori, bisognava obbedire alla *necessità meccanica* coi mezzi che aveva disponibili la natura mammifera, cioè mediante la estensione degli integumenti, e lo allungamento delle falangi.

Ora dunque nessuno mi farà una domanda, contro la quale volli premunirmi. Non si dirà: — Se la migliore costruzione meccanica per un remo nell' aria è quella dell' ala dell' uccello, per qual ragione non si trova essa applicata ai pipistrelli? — Qualora mi si facesse una tale domanda, ecco qui la mia risposta. Come dissi già, io credo a due cose, 1.° ad un tipo mammifero stabile (1), e 2.° a *leggi* meccaniche. A un *tipo*

(1) Forse mi si dirà: Voi dunque ammettete un tipo fondamentale, che domina, e sul quale è modellata l' intera classe dei mammiferi, o degli uccelli ecc.? — Lo ammetto senza dubbio; ma (per far meglio intendere ciò che ho detto poc' anzi) mi asterrò bensì dallo ammettere un tipo scelto ad arbitrio. Seguendo le idee iniziate dal Géoffroy St. Hilaire (*Leç. sur les chauves-souris* pag. 9), dirò che esiste un tipo mammifero, del pari che esiste un tipo *orologio* preso nel senso e nell' uso comune. Sotto questo concetto, il tipo è una riunione di parti armoniche, ciascuna delle quali è essenziale all' intero; e tutte si rispondono scambievolmente, e ri-

stabile, cioè non ad un *tipo* scelto a capriccio, ma ad un concetto determinato da uno stretto e severo ragionamento, e regolato secondo lo scopo da ottenersi; credo alle *leggi meccaniche*, ma che non siano trascen-

spetto al prodotto o alla funzione finale, l'una è solidale coll'altra. In questo senso un orologio è un complesso di ruote che debbono eseguire una funzione, quella cioè della misura del tempo. Potrebbe mai immaginarsi un orologio nel senso e nell'uso ordinario, senza che fosse provvisto di ruote? Certamente no. E perchè? Perchè esso è una macchina che deve eseguire movimenti, i quali non possono venire impressi e regolati che mediante un meccanismo di ruote. Inoltre una parte non può essere modificata senza modificarne altre, o a meglio dire senza mutare tutte le altre. « In un tutto composto di gran numero di ruote, dice il Géoffroy St. Hilaire, una di esse non può soffrire variazioni senza imporne altre proporzionali o relative alle altre parti della macchina ». Così del pari il tipo *mammifero* non potrebbe sussistere senza molte parti costituenti; e non già parti qualunque, ma quelle precisamente, e puramente quelle che sono adottate, perchè trovansi in armonia ed in correlazione colle leggi meccaniche ecc. In vece di ruote si hanno come parti fondamentali ossa, muscoli, nervi, ecc. per la vita di relazione; ed altre parti si hanno per la conservazione dell' individuo e della specie. Tutte queste parti possono essere modificate, sì certamente; ma l'una non può essere modificata senza dell'altra. Se mutate i denti ad un mammifero, voi gli cangiate il genere di cibo ed il modo di prenderlo; voi mutate gli organi della sua digestione; in una parola voi cangiate la vita di relazione, la vita di riparazione dell'animale. Arrivati a questo punto ci troviamo al cospetto della legge della *coesistenza degli organi* e della convenienza delle parti: legge, che comparisce qui in tutta la sua severità ed in tutta la sua inflessibilità: legge, che gode di tutto il rigore logico

dentali, nè sopravanzino la esigenza e il sindacato delle umane scientifiche cognizioni; leggi positive di quella sfera che tutti possono calcolare, quale ad esempio — che un corpo non può rimanere in quiete se non è collocato sopra un centro di gravità —; leggi che hanno lo stesso grado di certezza come — due e due fa quattro — ovvero, — il tutto è più grande della sua parte ecc. Concetti e leggi fondate sulla pura ragione delle cose (1). Ora il pipistrello, essendo un mammifero, non

o matematico, e che, fuori delle sue conseguenze, non ammette veruna combinazione possibile. Fuori delle sue combinazioni non avvi che l'impossibile, a quella guisa che fuori delle combinazioni aritmetiche non v'hanno più che impossibilità aritmetiche, come due e due fanno tre, o cinque. È chiusa ogni uscita, tranne una sola: *la conseguenza delle premesse.*

(1) «.... perchè fosse vero che due cose eguali ad una terza sono eguali fra loro, che due e due fanno quattro, è stato necessario aspettare il giorno in cui il supremo ordinatore si piacque decretare che d'allora inanzi sarebbe così! » (Durand de Gros pag. 82). — Coloro che si fanno un'adeguata idea dell'ordine delle cose, conoscono che le leggi fondamentali, le verità geometriche, aritmetiche ecc. sono in sè stesse vere, interamente invariabili, e per nulla dipendenti dalla volontà o dall'arbitrio di veruno. Chi supponesse che fossero facoltative, supporrebbe ancora possibili le proposizioni contrarie; come per esempio, che in un altro ordine di cose il tutto fosse minore della sua parte, e che due cose eguali ad una terza non fossero eguali fra loro. Il supremo ordinatore non già per la sua sanzione ha fatto vero ciò che in sè stessso era vero, ma egli ha sempre agito in accordo con questo vero, sia dell'ordine metafisico, sia dell'ordine fisico.

poteva avere le penne, e, ciò non pertanto, esso dovea volare. Ritornando dunque sul nostro cammino, facea mestieri impiegare i materiali del *tipo* mammifero, in armonia colle leggi meccaniche.

Quest' ultimo risultato si accorda rigorosamente colla dottrina degli *atti di creazione indipendenti.* I pipistrelli diffatti, nel loro strano organismo, non escono dal quadro dei concetti scientificamente scelti all'uopo di farne animali di un genere tutto speciale: cioè animali volatori, e appartenenti al tipo mammifero.

PARTE TERZA

ULTIME OSSERVAZIONI

E

RIASSUNTO

I.

TRANSIZIONI

Prima di abbandonare il problema, che trasse origine dalle vostre opere, mi sia concesso di esporre qui le ultime osservazioni, le quali si trovano intimamente collegate colle cose, onde finora siam venuti discorrendo.

L'idea di *modificazione*, o di passaggio di un essere animale ad un altro (1) conduce moltissime volte ad una illusione, da cui è mestieri guardarsi. — Il concetto o l'ipotesi di un passaggio di un tipo animale ad un altro mediante successive modificazioni, come sarebbe un tipo *a* che passa ai tipi *b, c, d*, ecc. (il tipo rondine che passa al tipo rondone, al succhiacapre ecc.) in guisa che fra *a* e *d* esistono rapporti di discendenza e di una continua successione non mai interrotta; questa ipotesi, io dico, presuppone lenti pas-

(1) Il che si indica ancora col nome di variazione della specie, ossia discendenza o filiazione degli esseri.

saggi e piccole gradazioni. Diffatti, non è forse questo che s' intende, allorchè si citano ad esempio le modificazioni che si possono osservare gradatamente nelle diverse razze dei cani, delle pecore, dei cavalli ecc.? Non è forse la facilità ond' è fornito il tipo cane ecc. di modificarsi, che ha indotto la persuasione che tutti gli esseri organici posseggono un' analoga attitudine a modificarsi? Queste genetiche transizioni operano dunque sempre di passo in passo, e non si suppongono mai salti repentini, quali sarebbero il passaggio da un sorcio ad un pipistrello, ovvero da un papagallo ad un colibrì. In certo qual modo si potrà fare un' idea di una continuità di piccole modificazioni, che fanno il trapasso da un tipo ad un altro suo vicino. Si immagina una diffusione espansiva, la quale procede fra gli esseri organizzati come una fiamma che trapassa da un ramo ad un altro, o da uno ad altro albero, ma che poi non può apprendersi a distanza. Ognun conosce, che uno dei più perseveranti studi dei naturalisti è quello di spiare e seguire i minimi rapporti, ed indagare e scoprire gli anelli che mancano a completare la serie animale, o a dirla più generalmente a compiere la catena degli esseri. E quando trovano lacune ed *hyatus* in questa serie degli animali, non ricorrono fors' eglino anche alla paleontologia per colmare quei vuoti?

Infine non potrei far di meglio che citare le vostre parole: « secondo la teoria della elezione naturale, s' intende di leggieri per qual ragione essa non può fare

un salto da struttura a struttura.... Perocchè la elezione naturale non può agire, che approfittando di leggiere variazioni successive: essa non fa mai de' salti, ma procede a lenti passi » (1).

Fra la scimmia e l'uomo avvi un *hyatus;* nella fauna vivente non esistono gli esseri intermedi; e tuttavolta si suppongono come se fossero già esistenti, e si ha la lusinga di ritrovarli negli strati della terra: imperocchè si sente il bisogno di *graduate modificazioni, e per minimi passaggi, affine di spiegare le genetiche transizioni.*

Di qualche guisa si potrà comprendere che il cane mastino passi al can pastore ed al cane lupo; ma nessuno farà mai il pensiero, che alla seconda generazione del cane levriere si passi al barbone o al cane lupo: conciossiachè la teoria delle genetiche transizioni, ossia la filiazione degli esseri, non può fare a meno di passaggi per piccole variazioni e per piccole gradazioni.

Ma la cosa è assai diversa quando si considera la quistione nel suo complesso, vale a dire quando alle transizioni genetiche si aggiungono ancora le *transizioni istrumentali.* Ancorchè si considerino superficialmente le transizioni istrumentali fra due tipi, si nota che molte volte esse implicano una contraddizione, perchè i *loro intermedi sono cose assurde,* ovvero *cose impossibili.*

(1) Darwin. *Origine* ecc., pag. 280.

Allo scopo di chiarire il nostro concetto con un esempio materiale, io immagino una ruota sul proprio asse. Ma posso supporre due casi differentissimi: infatti se voglio la ruota mobile sull' asse, faccio la sala cilindrica, e dò la forma circolare alla cavità del mozzo che la riceve; tale è il meccanismo ordinario di tutte le carrozze. Se per contrario voglio la ruota immobile sul proprio asse, costruisco la sala a quattro facce, e la cavità del mozzo a sezione quadrata; questo è il meccanismo adottato ogni qual volta si vuol far girare l' asse col movimento della ruota.

Ecco due tipi estremi *a* e *d*. Gli intermedi fra questi due estremi ci mancano, ovvero ci mancano le *piccole modificazioni di passaggio*; posso però costruirle. Dapprima smusso i quattro angoli della sala, e se lo smussamento intacchi molto, la sala addiviene ottangolare. Sostituisco poi agli otto angoli altrettante facce, e si formano così sedici angoli, vale a dire la sala è divenuta oggimai piuttosto cilindrica che quadrata. Ripetendosi sempre più codesti smussamenti, ognun vede da sè che la sala addiviene a sezione poligona, e che di moltissimo si accosta alla forma cilindrica.

Ora, riassumendo, la sala a sezione quadrata e l' altra a sezione cilindrica sono i due estremi; e le sale ad angoli smussati per gradi e per insensibili passaggi rappresentano gl' innumerevoli intermedi fra quei due estremi.

Ma che si è fatto alla sala coll' eseguire in essa quelle modificazioni? — Osserviamo. — Nella sala a sedici od a trentadue facce, non si ha più la sala quadrata, nè la cilindrica: in questo stato essa non gode più di quelle qualità che possedeva quand' era quadrata, nè ha poi raggiunto ancora le qualità di una sala cilindrica; essa non dà più alla ruota la stabilità propria della prima forma, nè la libertà della seconda. La sala con trentadue angoli o con sessantaquattro, salvo poche eccezioni che qui non istaremo a noverare, non ha una funzione bene determinata rispetto agli scopi sopra enunciati, nè una *conformazione razionale.*

Parecchi anni fa, in un mio lavoro intorno al passaggio dalla scimmia all' uomo, ebbi ad esporre osservazioni analoghe (1). Dissi: — il piede ambulatorio dell' uomo, ed il piede preensile della scimmia sono due istrumenti meccanicamente distanti l' uno dall' altro. Istrumenti intermedi o di passaggio non hanno possibilità meccanica. Un piede il quale cessa di essere preensile e si avvia a divenire camminatore, non è nè preensile nè camminatore; ed allora l' animale non può nè arrampicarsi, nè traslocarsi, non sarebbe nè acrobate nè pedestre. La sua costruzione sarebbe un assurdo, e l' animale non avrebbe più le sue *condizioni d' esistenza.* Bisogna che sia o assolutamente preensile, ovvero decisamente camminatore. — Tali nozioni sono al certo ben

(1) *La Teoria dell' Uomo-scimmia.* Bologna 1864.

chiare, ed è a dolere che qualche naturalista le abbia giudicate senza valore, non avendo fatta attenzione a queste benchè prime nozioni di meccanica.

Per quanto io so, il problema degli *intermedi* non è stato ancora bastevolmente studiato; ma credo che in molti casi la *transizione genetica* incontri un ostacolo insuperabile per conciliarsi colla transizione *funzionale* od *istrumentale*. Perciò non converrà mai dimenticare il precetto di Goëthe: « Noi dobiamo sempre procedere, come se dovessimo dar ragione de' nostri lavori ad un severo geometra ». Ora, sol che si voglia ottemperare un poco al saggio consiglio del grande poeta-naturalista, mediante un coscienzioso esame si vedranno sorgere disillusioni tali, che faranno dileguare molte di quelle transizioni, che oggidì pur sono ammesse come fatti indiscutibili.

Quale transizione, o a meglio dire, quale stato intermedio si potrà mai immaginare fra l' ultimo animale *non ruminante* ed il primo dei *ruminanti?* Se l' atto della ruminazione richiede molte borse stomacali disposte su due fila, e la non ruminazione ne richiede una sola o più collocate sopra una medesima linea, qual forma si darà allo stomaco di un *semi-ruminante*, di un animale insomma che si trovasse all' aurora e all' esordio della ruminazione?

Tra le forme innumerevoli delle borse stomacali dei

mammiferi, credo che quella dello stomaco ruminante resti ben precisata nella sua costituzione. La ruminazione, come ognuno sa, si compone di due operazioni distinte e staccate l'una dall'altra; la prima che è l'ammassare gli elementi grossamente spezzati, e poscia la seconda che è il masticarli e digerirli. Le borse stomacali dei ruminanti, acciocchè possano compiere queste due funzioni, sono disposte su due file, in modo che, rispetto all'asse dell'esofago, costituiscono due organi l'uno a canto dell'altro e fra loro ben distinti. Vi ha cioè un magazzino, ed un laboratorio. Allorchè gli alimenti scendono per l'esofago, essi entrano nell'uno piuttosto che nell'altro degli apparati dello stomaco, per le semplici proprietà fisiche degli alimenti stessi, che agiscono diversamente sulla doccia (1). Quando gli alimenti scendono per la prima volta nello stomaco entrano nel rumine, e nel reticolo, ma dopo essere stati rimasticati, passano una seconda volta per l'esofago, e non entrano più nell'una nè nell'altra di queste borse, ma bensì si introducono direttamente nel centofoglie per poi di là discendere nel quaglio trasportati dal canaletto onde termina l'esofago dei ruminanti (2).

Si può dire che il magazzino o rumine è collocato fuori della strada fisiologica della digestione. Dif-

(1) Si consultino a questo riguardo le eccellenti *Leçons de Physiologie comparée* di H. Milne Edwards. T. VI.

(2) Milne Edwards o. c. pag. 325.

fatti quando il nutrimento di un ruminante è convenientemente preparato dalla masticazione, come d'ordinario accade nella bocca dei mammiferi, il cibo, come dissi, discende direttamente pel canale alimentare, cioè per l'esofago nello stomaco e nell'intestino. Ma il nutrimento che non sia preparato, non percorre già quel cammino; esso, in causa precisamente dello stato di *non preparazione* in cui si trova, o di soverchia grossezza, abbandona in breve questo canale per entrare in una borsa posta da lato, cioè nel magazzino o rumine. Ciò che vi è contenuto non ispetta per anche al gran lavoro della digestione, ed è molto se vi si prepara mediante un rammollimento che gli somministrano gli umori subacidi trasudati dagli stessi sacchi, cioè dal rumine e dal reticolo.

Riempito che sia il magazzino o rumine dell'animale ruminante, s'incomincia allora la masticazione; ed una prima porzione degli alimenti, essendo già triturata, ridiscende per l'esofago; ma, come è chiaro, non deve ritornare al magazzino. Quivi è stata raccolta tutta la quantità di foraggio che dev'essere masticato; non è dunque bene che la pasta semiliquida, già stata preparata dalla bocca, si mescoli con questa, ma bisogna che passi sollecitamente al canale digerente. — Non è cosa conveniente che si confondano le due funzioni. Il magazzino e i sacchi digerenti sono due organi separati, che non possono accomunarsi senza disturbare le rispettive funzioni.

Ora, seguendo la teoria della transizione per mo-

dificazioni, il passaggio di un tipo ad un altro avviene, come abbiam detto più volte, in forza di *graduate* e *leggiere* modificazioni. Lo stesso passaggio degli animali *non ruminanti* allo stato di ruminanti è dunque, secondo i trasformisti, il fatto lento e graduale di molte generazioni. Ne segue che un gran numero di animali appartenenti al supposto periodo di questa transizione, sarebbero *ruminanti incipienti, o semi-ruminanti* ecc. Ma come ognun vede, questi stati intermedi che fornirebbero soltanto una frazione di funzione, una metà per esempio, ovvero un quarto di ruminazione, sarebbero un controsenso nella economia della natura.

Il rumine, che all' inizio delle modificazioni non esisteva nei non ruminanti, si mostrerebbe dapprima come un rigonfiamento del canale digerente, come una *piccola borsa,* incapace senza dubbio di contenere quella quantità di alimento, onde abbisogna l'animale per ogni pasto. Or bene, per utilizzare di qualche guisa la intera razione del mattino, l'animale dovrebbe ammucchiare nel suo rumine incipiente una piccola parte del suo foraggio, nel tempo istesso che dovrebbe tranguggiare tutto il rimanente, facendolo passare nel sacco digerente. Riprenderebbe poscia la parte serbata nel magazzino per triturarla: operazione inutile, poichè l'animale è fornito già di uno stomaco e di un intestino capace di digerire i nove decimi o i cinque sesti dell'erba, senza aver bisogno di triturarla.

A queste osservazioni molte altre si dovrebbero aggiungere, e principalmente sulla formazione e sull'a-

gire della doccia quando fosse soltanto rudimentale: poichè fa duopo aver presente, che le due parti dell'organo della ruminazione, il magazzino cioè ed il laboratorio digerente, debbono essere disgiunte e collocate in due serie, o, a dirla più precisamente, debbono trovarsi sopra due canali; e che non può mancare una doccia di passaggio per la separazione degli alimenti triturati dai non masticati. E la doccia, il rumine ed il reticolo finchè non sieno perfettamente completi, sono *semi-organi.* — Ora un *semi-organo* è come un *mezzo-istrumento;* vale a dire che nè l'uno nè l'altro può compiere la funzione dell'istrumento intero. Se un istrumento ha la sua costituzione ordinata relativamente ad un fine da ottenersi, chiaro è che quando esso non sia più che la metà di sè stesso, ossia quando non sia compito, la macchina non è più proporzionata per esercitare la sua funzione; e addiviene allora una causa inferiore all'effetto che deve produrre.

Pel ruminante non è già quistione di avere una funzione un po' minore, od un frammento di funzione. No; perchè voi allora non avete più nulla.

Qual'ora vi segna un mezzo orologio? Dico ciò, supponendo che l'intero orologio abbia quanto gli occorre, e nulla più. Io suppongo del pari che lo stomaco del ruminante sia completo nelle sue quattro borse colla sua doccia, e che non v'abbia nulla di superfluo. Ora, se esso si trovi soltanto a metà della sua evoluzione

organica, potrà mai compiere la medesima funzione del ruminare come se fosse completo?

Non debbo estendermi più a lungo su questa quistione, che d'altronde richiederebbe moltissimi studi. Ma noto qui sul finire, che se l'animale ha una bocca per triturare i suoi alimenti raccolti nel rumine e nel reticolo, gli abbisognano, secondochè abbiam detto, altri sacchi per mettervi ciò che è stato ruminato, ciò che è stato ridotto in pasta, e preparato per la discesa lungo l'intero tubo intestinale. La qual cosa è ben chiara a parer mio; ma è egualmente chiaro, che un mammifero non giungerà mai ad acquistare lo stato di ruminante per piccoli gradi. Bisogna che esso sia fin da principio ruminante completamente; se non lo è da principio, nol diverrà mai più.

I trasformisti si son eglino dati pensiero della gravità di questo problema? Non mi consta finora.

II.

VARIAZIONI

A lato di queste osservazioni, un' altra se ne pone molto naturalmente.

Voi, o Signore, più che altri mai, avete studiato le variazioni e le modificazioni degli animali, ed attentamente avete seguito le mutazioni che può subire un tipo sotto l' impero di cause modificanti, cui la vostra abile mano ha saputo introdurre. I molti fatti registrati negli annali della scienza dimostrano oggimai fino a qual grado può variare una specie; e i trasformisti di tutti i tempi si sono appoggiati su di ciò, per notare una certa tendenza che hanno le specie ad abbandonare i loro caratteri attuali per prenderne di nuovi totalmente diversi.

Se si fossero ristretti alla sola variabilità delle specie, forse non si sarebbe sollevata veruna quistione. Imperocchè già tutti conoscono, e ciascuno ammette, che le specie hanno una costituzione ed una na-

tura capace di aggiustarsi, o bene o male, alle condizioni sommamente variabili del loro soggiorno sulla terra. Ma i trasformisti prevedono ancora inanzi a sè una lunga via da percorrere. — Fino a tanto che essi veggono la variabilità (1) delle specie, essi veggono ciò che ciascuno vede; ma per di più soli essi veggono, una variabilità indefinita e senza limiti. — E ad essi non basta ancora: dalla variabilità senza limiti passano oltre, e si sforzano di seguire e spiare le mutazioni di un tipo, finchè poi questo tipo si trasformi in un altro; ed insomma, ciò che torna lo stesso, si aspettano di veder sorgere di là l' origine di tipi novelli.

Da Lamarck fino alla scuola moderna, che riconosce in voi il suo capo principale, si sono seguiti ed esplorati con questo intendimento i cambiamenti organici. E si dice che alla perfine la *variazione indefinita* delle specie e la loro *transizione* a nuovi tipi, sono fatti bene accertati; e che l' una e l' altra cosa sono la conseguenza delle modificazioni introdotte dal mondo ambiente e dalla *selezione naturale*.

Come vedesi la quistione è di una importanza cotanto alta, da dover noi fare ogni sforzo per iscoprirne

(1) Qui la parola variabilità si intende nel senso attribuitole dal Flourens (*Examen du livre de* M. Darwin pag. 32). « La *variabilità*, cioè le variazioni, i passaggi più o meno spiccati delle varietà di una medesima specie ».

i fondamenti. Esaminiamo dunque con maggior cura qual partito si tragga dalle variazioni delle specie, ed il vero valore che esse hanno nella teoria dell' origine delle specie.

Non sarà un errore, per quanto io credo, se dico che ogni qual volta i trasformisti scorgono una nuova variazione in un essere organico, ne traggono loro pro come di un fatto addimostrante che quel tal essere abbandona già i suoi caratteri, e s' avvia verso un altro tipo a cui tende ad avvicinarsi. Più chiaramente ancora può dirsi, che essi veggono questo tipo o questa specie avanzarsi verso un'altra (1).

Seguendo i calcoli dei trasformisti, le modificazioni degli esseri sono sempre un *avanzamento* degli esseri medesimi, come anche un loro *miglioramento*. Da ciò chiaro apparisce che essi nelle loro ricerche suppongono di trovare *avanzamenti* dell' organismo verso una migliore condizione (2). Pare che essi non si preoccupino mai dei deterioramenti o peggioramenti. Diffatti, solo

(1) A questo riguardo possono consultarsi non poche pagine delle opere del Darwin, e specialmente *Origine* ecc., pag. 172, 187, 245, 251 ecc.

(2) Si è detto, per esempio: « nella natura nulla degenera...., per l' essere organico le modificazioni sono il più delle volte vantaggiose ». (*Diction. classique, artic.* Dégénérescence) «..... sono altrettanti passi verso la creazione di nuovi tipi per via di metamorfosi ». (*Diction. univers. artic.* Dégénération).

in forza dell' idea che una variazione è un miglioramento od uno sviluppo, torna possibile presentare agli scienziati la dottrina della trasformazione degli esseri organici, della loro evoluzione, della nascita di nuovi tipi, e della origine delle specie per discendenza.

Si vede ancora, che solo nella ipotesi che una *variazione* sia un *miglioramento*, si potrà parlare di progressione dal semplice al composto nella evoluzione dei regni organici, e nella successione dei periodi geologici; evoluzione, che ascende sempre a forme e a gradi superiori, e la cui ultima fase sarebbe il passaggio della scimmia all' uomo.

I trasformisti però sono sempre all' opera, per raccogliere e studiare le variazioni e le modificazioni. Di tali fatti, come abbiamo già detto, essi posseggono un numero grandissimo; ma, per quanto sia grande questo numero, non basta ancora. Infatti nell' esame delle modificazioni degli esseri organici si arriva ben tosto a una fermata; giacchè io credo vera la seguente osservazione: — Una modificazione, che prelude ad un cangiamento di tipo, non è una modificazione qualsiasi; essa ha condizioni precise e indeclinabili. —

In mille guise cangiano sotto i nostri occhi gli esseri organizzati. Bisogna dunque sbrogliare questo viluppo di mutazioni, che tutte egualmente sono comprese sotto il nome di variazioni o modificazioni. Pel mezzo della alimentazione e dell' incrociamento, io posso otte-

nere la bella razza del bue d'Italia; ma con uno stesso metodo posso ottenere ancora il bue di Backewel. Queste sono due modificazioni; ma la prima può essere un miglioramento, e la seconda una degradazione. Cotesta ultima, se vuolsi, sarà utile all'uomo pel macello; ma la specie, l'*animale* cioè *della natura*, è degradata. Dunque non si può con piena tranquillità prender su in un fascio tutte le modificazioni, massimamente in una quistione come è questa, del passaggio dei tipi per variazione.

Un esempio verrà a dar luce sui primordi di questa quistione.

Io pianto un seme di *datura;* di lì a pochi giorni ne esce la pianticella con quattro foglie. Tratto tratto la vado osservando. Dapprima veggo in essa buon numero di foglie, il che addimostra un *avanzamento*, perchè in questo modo la sua respirazione addiviene più abbondante, e più copiosa la sua nutrizione. Di poi la *datura* si è fatta più grande ed ha messo dei rami; la debolezza infantile è scomparsa, ed è sottentrata la vigoria di una gioventù piena di vita. Poscia ad un'ultima visita la trovo adorna di fiori: essa attende alla propagazione della specie, e trovasi all'apogeo della sua vita, e questa sua vita efimera si perpetua mediante il nuovo seme che mi restituisce. Il ciclo è compito; ma la piccola pianta, dall'epoca che è uscita di terra con quattro foglie sino al momento della inflorazione, ha

percorso una serie di variazioni o modificazioni, le quali hanno sempre fatto *progredire* la pianta nella sua carriera organica.

Per questo esempio ho un' idea ben chiara di ciò che è una variazione la quale *progredisce*, *sviluppa* e fa avanzare un essere da uno stato inferiore ad uno superiore.

Studiamo altre variazioni, e facciamo ritorno alla *datura*. Una eccessiva nutrizione moltiplica l' espandersi delle foglie, e i fiori addivengono doppi a scapito degli organi riproduttori che rimangono atrofizzati. Queste sono variazioni, e veramente grandi variazioni; ma non sono già un *avanzamento* nè un miglioramento, imperocchè la produzione dei semi è divenuta assai problematica, se non vuolsi dire affatto nulla. — Per contrario una straordinaria sterilità del terreno, e la siccità, rendono la pianta pigmea e tisica; le foglie rimpiccolite non sono più sufficenti alle funzioni della respirazione, i rami induriti troppo prestamente e fatti legnosi non permettono la circolazione degli umori, ed il fiore per mancanza di nutrizione non si espande o produce un seme difettoso. Anche queste sono variazioni, ma non sono certo *avanzamenti*. — Da ultimo, se grandi pioggie e persistente umidità producono un eccessivo sviluppo, o quel che appellasi comunemente una vegetazione lussureggiante, la pianta pel soverchio umore acqueo difetta di vigore e di quel grado di vita, che assicura tanto il

ben essere dell' individuo quanto la perpetuazione della specie.

Qui non potrà dirsi certamente che avvi una normale evoluzione, nè uno stato di perfezionamento della pianta; ma che, se si hanno variazioni e modificazioni, sono modificazioni *degradanti*.

Un parallelo fra la vita evolutiva dell' individuo e la vita di progresso della specie, potrà forse subire qualche obbiezione. Ma sotto l' aspetto, onde noi consideriamo qui la quistione, avvi qualche cosa di comune; perocchè, se l' individuo ha le sue transizioni ascendenti dalla propria origine fino al compimento del corso della sua vita, anche la specie deve avere, a quanto dicesi, le sue trasmutazioni ascendenti dallo stato inferiore al superiore, e dal semplice al composto (1). La realtà delle prime e l' ipotesi delle seconde hanno egualmente ciascuno il proprio *substratum*, vale a dire una progressione ascendente.

D' altronde è nella idea stessa dei trasformisti, da noi altrove citata, che la specie progredisce verso un tipo più elevato. La selezione naturale non è forse la

(1) Quando i galeopitechi si trasformano in pipistrelli, secondo le idee dei trasformisti, o quando l' *Ouistiti* addiviene un *Orang-outan*, passano da uno stato inferiore ad uno superiore.

prevalenza dell' individuo migliore, ovvero la ragione del più forte?

Ma è poi realmente così? La razza modificata è poi realmente migliorata?

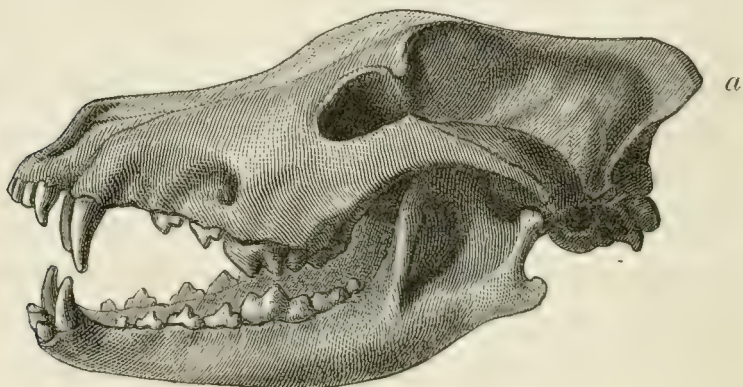
Ci è impossibile assistere allo svolgersi delle variazioni dei tipi, nel modo stesso onde abbiamo seguito i successivi sviluppi della *datura*. In compenso abbiamo sotto gli occhi le modificazioni arrecate alle razze di alcuni animali, e ci è dato di assistere come se fossimo presenti alle modificazioni prodotte dalla influenza delle cause ambienti e della domesticità: il che basta per la presente questione.

Fisso la mia attenzione al tipo del cane, il più famigliare fra noi, e le cui variazioni sono assai meglio conosciute di quelle di qualsiasi altro tipo. Io non cerco quale sia la sorgente da cui sono scaturite le innumerevoli razze dei cani. Ragionevolmente parlando, si può supporre che lo stipite di tutte queste razze sia quello in cui si trovano meglio corrispondenti le parti fra loro, ove la forza di una parte è meglio equilibrata con tutte le altre, ove lo stesso istinto è in accordo colla potenza del corpo. Ciò posto è cosa indifferente scegliere o il cane pastore, od il mastino, od altri. Io reputo altresì che questo punto di partenza possa essere ammesso egualmente dalle due dottrine. Forse la ricerca sarà un po' più imbarazzante pei trasformisti, mentre per la dot-

trina di una creazione indipendente, è cosa assai semplice. Per questa non c'è dubbio alcuno che tutte le razze derivino dalla specie primitiva, la quale, non essendo ancora alterata da modificazioni, era pienamente perfetta.

Riteniamo, a mo' d'esempio, che sia il mastino. Supponiamo ciò che è realmente, vale a dire, che mediante le sue variazioni dia origine a quelle razze che ci vediamo intorno. A prima giunta voi ben conoscete come sia impossibile affermare, che ciascuna razza è un miglioramento del tipo. In confronto del mastino, per esempio, non si riterrà certamente che sia buona razza nè il bassetto, nè il cane a gambe contorte. Sarebbe forse cosa impossibile che il bassetto, così provvisto com'è di una bocca per afferrare e tenere una vittima, non la potesse raggiungere colla corsa? Dunque supponiamo piuttosto il tipo cane modificato nel grande levriere. Senza dubbio l'agilità non gli manca; ma se mediante la sua snellezza raggiunge una vittima, esso poi non può fermarla, nè lottare con forza contro di essa; dunque non si ha certamente ancor qui una buona razza. Nei levrieri c'è una sovrabbondanza di agilità e di gracilità, che non mostra per certo un complesso armonico nell'intero corpo dell'animale. La sua bocca di cane richiede una membratura più corta e più forte. — Il piccolo cane turco, che è sì bello e sprovvisto di pelo, ha perduto in gran parte le qualità del suo tipo: i suoi organi e le sue funzioni sono eminentemente in disac-

cordo, alcuni de' suoi denti sono denti di cane associati con membra sì delicate e sottili, che sarebbero adatte al più pacifico ed inoffensivo animale, qual è un piccolo cervo ecc. Certamente, se ne togliamo alcuni denti, non si direbbe mai che è una bestia feroce.

Non citerò altri esempi di questo genere, perchè si riferiscono ad osservazioni troppo superficiali. Ma da ciò che abbiam detto parmi risultare, che se l'uomo, trova qualche interesse o qualche curiosità nelle varietà

sopra indicate, la scienza invece vi trova delle *deformazioni*, delle *esagerazioni* e dei *difetti*. In questi casi evidentemente non si hanno variazioni o modificazioni che facciano progredire il tipo, nè che siano un miglioramento della specie.

Portiamo quindi la nostra attenzione ad alcune parti interne, e più specialmente ad alcune ossa. — Nel cane mastino, nell' alano ecc. si trovano nel di sopra e nella parte posteriore del cranio elavatissime creste ossee.

Queste sono le linee d' attacco dei muscoli elevatori della mascella inferiore, e di quei muscoli che fanno muovere la testa sulle vertebre cervicali. La cresta superiore o sagittale unitamente colla posteriore o lambdoidale, forma un angolo *a*, che sporge all' indietro oltre al piano occipitale.

Da ciò si comprende quanta è l' estensione che offre la linea d' attacco della massa muscolare motrice delle mascelle. Uno dei principali caratteri di questi animali carnivori si palesa da queste espansioni crestiformi; ed è notevole altresì in questi animali la grande ampiezza delle arcate zigomatiche, che alla loro volta indicano il volume e la potenza della massa muscolare. Or bene, una grandissima convessità di quest' osso zigomatico si osserva del pari nei cani che abbiamo indicati, cioè nel mastino, nel pastore, nell' alano ecc. Tutte le forme dunque del cranio di questi cani addimostrano il grande sviluppo del sistema muscolare in servigio dei movimenti della mascella inferiore (1).

In queste razze di cani la bocca è armata di sviluppatissimi denti, e molto robusti. Debbo dunque presumere fin d' ora un accordo tra la forma dei denti

(1) Le creste del cranio formano altresì una fodera delle pareti ossee del cranio stesso; ed è agevole comprendere quanto accrescimento di resistenza e di forza esse arrechino alla cassa cefalica: la quale forza è sviluppatissima nella testa della gorilla e del mastino, e manca interamente nella testa dell' uomo e del piccolo cane turco.

dell' animale e la forza muscolare destinata a farli muovere. Potrei anche supporre che nella bocca del mastino o del cane pastore si trovassero diffatti in una reale proporzione fra loro. In tal caso dico fra me: ecco una forza muscolare commensurata colla forza dei denti; ecco soddisfatte le esigenze dell' apparecchio dei denti. Ma per istabilire positivamente ciò, sarebbero necessarie ricerche, le quali troppo mi dilungherebbero dal principale argomento. Tuttavolta, per dirne alcun che, fisserò le mie considerazioni sopra un punto solo della dentatura del cane, cioè sul dente *carnario*.

Cotesto dente, come ognun sa, è fortissimo e molto esteso.

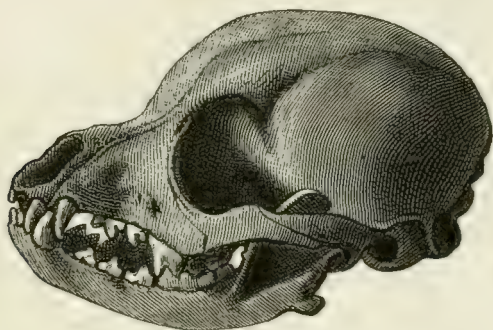
Non sono certamente eguali nelle differenti razze dei cani la disposizione delle creste del cranio e gli archi zigomatici, che sono i testimonii dello sviluppo muscolare da noi già osservato nel mastino e nel cane pastore. Per farne un esame comparativo alquanto razionale, ho tenuto il metodo seguente.

Ho preso la base del gran dente *carnario* inferiorie come una misura di rapporto comune fra le differenti razze. Con questa unità di misura ho intrapreso l'esame delle creste e degli archi zigomatici (1).

(1) Questo termine di confronto che ho scelto, cioè il dente carnario, ha una reale importanza fisiologica. — La forma, la grandezza, la forza di codesto dente, come per esempio quello della ti-

La grande cresta sagittale del mastino, partendo dal punto sopraorbitale fino alla punta posteriore occipitale, là ove accade l' incontro colla cresta lambdoidale, offre una lunghezza di cinque volte e mezzo la base del grande carnario (1).

Nel cane turco, cosa assai notevole, non vi sono creste di nessuna fatta; e la intera cassa cefalica è rotonda, levigata e globulosa come la testa di un fan-

ciullo. Ma è cortissima la linea superficiale d' attacco dei muscoli corrispondenti alla cresta che si osserva nel mastino, non essendo che all' incirca tre volte la base del suo dente ferino.

gre, richiede nelle mascelle una grandezza ed una forza determinata; queste alla loro volta implicano una competente forza dei muscoli mascellari, delle creste nel cranio ecc. Inoltre queste creste cefaliche richieggono vertebre cervicali determinate, e corrispondenti estremità anteriori e posteriori: cotalchè un dente solo può determinare tutto l' animale. Veggasi sul cranio della tigre, Geoff. St. Hil. — *Regnes organiques*. T. 3. pag. 328.

(1) Si vegga addietro pag. 316.

La convessità di cui gode l'arcata zigomatica del mastino, misurata dalla concavità della parete opposta del cranio, offre una distanza di due volte la base del carnario inferiore, mentre nel cane turco questa stessa distanza non raggiunge che una volta e mezzo la base del suo dente carnario.

Ne segue che, mantenute le debite proporzioni, la massa muscolare nel piccolo cane è molto inferiore a quella del mastino; e quel che più rileva si è che siffatta minorità si manifesta a fronte di un termine fisso di paragone fra i due stessi cani, vale a dire la base del dente carnario. Confrontate le cose, rappresentano un istrumento ed una forza, cioè il dente e la massa muscolare. Ma la forza motrice, che dovrebbe utilizzare il dente, si diminuisce nel piccolo cane per rapporto all'altro. Qui si ha dunque un istrumento, al quale più non corrisponde una forza competente per essere pienamente utilizzato.

Nel piccolo cane turco avvi un'apparenza di forza rappresentata dal suo dente carnario inferiore, mentre non v'è una proporzionata possibilità d'azione; poichè avvi un istrumento, una parte del quale resta perduta od inutile. E questo è un errore di dinamica; perchè questa scienza esige che ogni istrumento debba agire per intero, e secondo la propria struttura.

Ecco dunque un disaccordo ed un vizio di organismo. Infatti per un artefice sarebbe tanto assurdo il

collocare in una macchina una forza maggiore di quella che vi si richiede, quanto l'impiegarvene una inferiore al bisogno.

Dunque il piccolo cane turco non è soltanto un cane piccolo, ma è ben anche un cane degradato.

Un altro cane modificato profondamente è il piccolo alano. Il suo muso schiacciato indica che le mascelle sono accorciatissime. La diminuzione della lunghezza della linea alveolare non permette ai denti di trovare tutto lo spazio necessario pel loro collocamento. Diffatti alcune volte mancano dei denti, altre volte uno dei denti molari, invece di essere collocato longitudinalmente, è posto di traverso; il numero dei denti allora è mantenuto, ma in uno spazio più ristretto. Il dente collocato di traverso aveva da principio, e mantiene una forma determinata in armonia cogli altri denti e colla natura del cane. Doveva compiersi la sua funzione seguendo una direzione longitudinale, e questo è chiaro; ma è egualmente chiaro che quando è collocato di traverso, esso non agisce più nel modo che faceva prima. La masticazione praticata dal piccolo alano non è certamente normale: è difettosa per un minimo, se vuolsi, ma pure è difettosa; avvi alcunchè di storpio o di mal messo: dunque il piccolo alano è un cane degradato (1).

(1) L'influenza della variazione, in forza della domesticità, è molto potente. « Il cane per la corporatura può differire come uno a cinque; che è ben più del centuplo quanto alla massa. » (Gèof-

Voi ci avete additato, o Signore, che l' uomo probabilmente potrebbe fissare un paio di molari sopranumerari all' una o all' altra mascella del cane.... e che egualmente potrebbe fare un cane senza denti. Io la credo cosa possibile, perchè voi lo dite. Su ciò siamo d' accordo; ma è necessario che c' intendiamo intorno allo stabilire che cosa si è inteso di aver fatto con queste operazioni; vale a dire se si crede di avere recato un miglioramento, ovvero di avere stabilito una mostruosità. La quistione così posta è bastevolmente importante.

Mettiamo dunque due molari di più, e sieno pure, se vuolsi, della forma degli altri. Voi ben intendete che l' armatura della bocca del cane non degradato, è un istrumento pienamente adatto alla masticazione che ha da eseguire; e che un dente di meno, siccome uno di più, sarebbe fuor di proposito, e più che essere una inutilità, disturberebbe la funzione e l' ordine degli altri denti. Un sistema dentario normale nella bocca di qualsiasi animale è un utensile disposto convenientemente

froy. St. Hil. pag. 445). « Vi sono dei maiali grandi come buoi, ed altri più piccoli dei montoni. Vi sono dei becchi e dei montoni alti quasi come gli asini, ed altri piccoli quasi come le lepri ». (pag. 432). « In questo caso tutti i sistemi sono intaccati, sia il sistema osseo, che il muscolare, ecc.; ma è ben lontano che essi sieno tutti egualmente modificati. In causa di ciò, riscontriamo le deformazioni nel cane; e nelle razze delle pecore si sono notate delle membra ora molto allungate, ora molto accorciate.... le forme delle ossa delle membra sono grandemente modificate. » (Géoff. St. Hil. p. 433).

per operare una data masticazione; e l'appropriazione trovasi del pari su tutto l'insieme, come anche sulla forma di ogni singolo dente. Dunque è bene accertato che la corona di un dente è in accordo colla corona di tutti gli altri. Non sarebbe certo in facoltà di alcuno, senza uscire dal campo della scienza, il cangiar posto ai denti di un cane. Chi per esempio collocasse il tubercolare, che trovasi nel fondo della mascella, al principio di essa, ed i falsi molari nel fondo, farebbe addivedere come ei non conosca gli elementi della dinamica (1); perchè il tubercolare, a cui è affidato di spezzare le ossa, richiede maggior forza in confronto dei falsi molari che sono destinati a tagliare le carni di una vittima. E la prevalenza della forza nelle mascelle, come ognun vede, trovasi assai vicina all'articolazione che sta in fondo alla bocca. Dunque l'aggiunta di uno o due molari sopranumerari sarebbe la introduzione di parti eterogenee, che non sono in accordo col complesso della armatura dei denti. Si avrebbe allora una serie difettosa di denti, a quel modo che sarebbe difettosa una ruota dentata per l'aggiunta di uno o due denti sopranumerari, o per la sottrazione di uno di questi denti.

(1) «.... quanto più il dente sarà spinto verso il fondo della bocca, tanto più vigorosa sarà la sua azione, rimanendo sempre il medesimo l'impiego della forza motrice.» — Milne Edwards. *Leçons de Physiol.*

L' uomo potrebbe fare una razza di cani senza denti prendendo le mosse dallo spagnuolo che è quasi sdentato. — Sì certamente, come un fabbro può fare una serratura senza chiave. Se concepite l' organismo generale del cane, e ne togliete i denti, ne fate, come lo dite voi stesso (1), una mostruosità; o per contrario, se mettete l' intero organismo in accordo colla bocca senza denti, ne fate un altro animale diverso affatto; vale a dire uno sdentato, un formichiere, ma non già un cane. Diffatti, quando sia senza denti, che cosa volete dargli da mangiare? Dell' erbe forse? non già; della carne? ancor meno; dunque dei piccoli insetti, cioè un alimento, che debba esser soltanto deglutito. — Bisogna allora che cangiate l' intero animale; gli intestini, le estremità, l' istinto ogni cosa.

Le due modificazioni dunque che ho riferito, traendole dalle vostre opere, non introducono senza dubbio un miglioramento, ma direttamente conducono ad una vera degradazione; e la stabilità di queste modificazioni sarebbe, senza fallo, la perpetuazione di una *mostruosità* (2).

(1) Darwin. *Variation* ecc., pag. 37.

(2) Tutta volta possono citarsi modificazioni che sono veri miglioramenti. Tali sono, ad esempio, quelle che si riferiscono al pelo o alla pelliccia. Diffatti alcune razze di cani lo hanno molto folto, ed altre ne sono quasi interamente sprovviste: il che li pone in accordo col clima del luogo ove essi abitano. Il cane pastore, e

Voi ci avete anche indicato, o Signore, straordinari risultati che otteneste già sul sistema osseo dei piccioni, dei conigli, delle galline ecc., in virtù delle modificazioni prodotte dalla domesticità. Tutti certamente converranno che esse sono modificazioni molto profonde, perchè ne sono state intaccate parti così intime, quali

il cane del San Bernardo hanno entrambi una pelliccia adatta al rigore di temperatura delle loro montagne. Ma la maggiore o minore quantità di pelo, come altresì il colore di certi animali, e la pinguedine dei cetacei ecc., sono *ripari* concessi all'individuo, e per l'individuo alla specie, affin di provvedere alla loro conservazione. — Essendo variabili le circostanze ambienti, era necessaria altresì la variabilità della pelliccia, nel modo stesso che, essendo variabili le stagioni, gli animali hanno la pelliccia da estate e quella da inverno. La variabilità di queste parti del sistema tegumentare, come la possibilità ond' è fornito questo sistema di modificarsi da cima a fondo, è ciò che forma la sua preziosa qualità di proteggere l' animale contro i rigori del clima.

La quistione della maggiore o minore quantità di pelo è una quistione molto diversa da quella di una maggiore o minore massa muscolare nella mascella di un animale. Un cane che abita una regione calda, se anche è sfornito di un quarto di pelo, esso è ben provveduto egualmente; mentre invece è difettoso, imperfetto, e degradato, se gli manca un quarto di forza muscolare nelle mascelle. Il pelo è una *variabile*, subordinata alla variabilità dei climi; la forza muscolare per contrario è una *costante* unita all' intera macchina dell' animale, perchè si attiene al sistema dentario, il quale richiede sempre di essere utilizzato per intero.

Le modificazioni del sistema cutaneo sono modificazioni *protettrici*, che hanno l' ufficio di proteggere la specie o la razza, di mano in mano ed a seconda che ne nasce il bisogno.

sono le ossa (1). Or bene, che cosa ci dicono queste forme novelle? Io credo che il loro linguaggio sia molto chiaro, se si considerano le cose dal punto di vista che mi faccio ad esporre.

Non bisogna dimenticare una osservazione fatta da Galileo Galilei, e che ben di sovente si trova ripetuta. Sarebbe un errore, egli dice, supporre che le ossa possano essere ingrandite o rimpicciolite nelle loro proporzioni, per costituirne poi un animale più grande o più piccolo. Il gatto domestico, benchè carnivoro come il leone, non potrà mai addivenire nè un leone nè una tigre pel semplice ingrandimento delle sue ossa, conservandone tuttavolta le proporzioni. Su ciò hannosi regole positive. Il piccolo animale ed il grande non hanno le stesse eventualità, nè i medesimi incontri nelle cose che li circondano. Una formica, prosiegue il Galilei, la quale cada da un' altezza di cento volte la lunghezza del suo corpo, non ne resta malconcia; mentre un cavallo, che cada al suolo da un' altezza di dieci od anche solo cinque volte la lunghezza del suo corpo, rimane schiacciato (2). Nel tema degli ingrandimenti non si ha una libertà di scelta, quale han caro di prendersi alcuni trasformisti; ma si trova in realtà che vi sono ingrossamenti e rimpiccolimenti, che richiamansi a

(1) Darwin. *Variation* ecc., pag. 131, 177, 280 e seguenti.

(2) Galileo Galilei. *Dialoghi.* Tom. II. pag. 483. — Firenze 1718.

vicenda. Così gli omeri ed i femori dei grandi mammiferi, come dei rinoceronti, dei megateri ecc., sono cortissimi e di una grossezza straordinaria; mentre nei piccoli mammiferi queste stesse ossa sono lunghe e sottili. Un prezioso esempio ci è pôrto dal bue e dal *Moschus pygmaeus*, animali che appartengono entrambi ad un ordine sì naturale qual è quello dei ruminanti: l'omero ed il femore del primo sono ossa come ognuno sa cortissime e grossissime, mentre nel secondo queste stesse ossa sono molto lunghe e sottili, sempre tenuto conto delle proporzioni dei corpi rispettivi. — Sarebbe errore, dare al bue un femore colle proporzioni di quello del *Moschus pygmaeus;* gli mancherebbe infatti la forza indispensabile ad un corpo così pesante, qual è il suo. Per contrario il bue ha bisogno che il femore sia corto e grosso; come appunto per la medesima ragione le sale dei carri per l'artiglieria si fanno di una enorme grossezza, a fronte di quelle delle nostre leggiere carrozze, rimanendone pur sempre eguale la lunghezza (1).

Ecco dunque una prima ragione, per la quale le modificazioni delle ossa non possono essere arbitrarie; ma ce n'è anche un'altra.

Il corpo di un piccione, di un coniglio, di un gallo ecc. è un meccanismo armonico, ben inteso se l'a-

(1) Per maggiori particolari veggasi la Memoria intorno al femore di *Aepyornis.* Memorie della Accademia dell' Istituto delle Scienze di Bologna Vol. IV. Serie III.

nimale sia nel suo benessere: tutte le loro parti sono in accordo fra loro di guisa, che non si può pensare all' ingrandimento od al rimpicciolimento di un osso, senza supporre equivalenti od analoghe modificazioni nelle altre ossa; salvochè si voglia fare animali gobbi o storpi. Per conseguenza di ciò, comprendo che non si può ragionevolmente immaginare modificazioni *indipendenti*, ossia modificazioni che affettino un osso, senza toccare anche gli altri. Ogni qual volta mi indicate lo sterno, le vertebre, l' osso forculare, il cranio, ingranditi o dilatati o rigonfi, ho ragione di credere che voi non avete trovato egualmente modificate altre ossa nel rimanente dello scheletro; e vedendo codeste modificazioni isolate, io dimando: a qual prò ci sono? Non sono forse forme anormali, che non hanno verun rapporto col rimanente della macchina animale? Parmi che queste dilatazioni, estensioni, torsioni non sieno menomamente richieste dall' insieme del meccanismo organico; vale a dire, sono parti abortive od esuberanti, le quali *deformano* o *deteriorano* l' animale, e disturbano la sua azione.

Ma questo non è tutto ancora.

Per offrire all' attenzione dei Dotti la ipotesi del passaggio da un tipo all' altro mediante modificazioni o variazioni, bisognerebbe porre in chiaro che una modificazione che intacca una parte, è accompagnata dalla modificazione di egual grado sulle altre parti dell' ani-

male o della pianta; ovvero, volendo esporre la cosa con un enunciato più esatto, bisognerebbe che qualsiasi piccola differenza sôrta in una parte, si riproducesse proporzionalmente in tutte le altre. Da ciò vedrebbesi mutare l'intero essere; e se il cangiamento fosse verso il meglio, noterebbesi realmente un vero progresso. Allora si verrebbe condotti a supporre, che l'armonia delle parti che da principio regnava sarebbe tuttavia conservata nell' essere modificato. Senza di ciò, si potrebbe recare un esempio che molto chiarisce l'obbiezione. — Un *Piano-forte* è uno strumento, nel quale tutte le corde sono in perfetto rapporto di armonia fra loro: se si cangia l'intonazione di una corda, essa è *dissonante* da tutte le altre. Ma se si desidera di mettere il *Piano-forte* in un tono più acuto, o più grave, è chiaro che bisogna mutare il tono delle corde, con questa duplice condizione, che le corde sieno *tutte* cangiate, e cangiate in *grado eguale*. Allora, invece del primitivo *stato armonico*, l'istrumento è stato messo in uno *stato armonico* nuovo. — Ora la correlazione e la proporzione delle parti, che è il fondamento essenziale di tutte le verità della scienza e dell' industria, deve sussistere senza veruna eccezione in ogni tipo organico; vale a dire, tutte le parti di un essere che appartiene a un dato tipo, debbono trovarsi concordi nell' agire. Ma quando si entra nel campo delle variazioni o delle modificazioni, recate dalle cause ambienti o dalla domesticità in un animale o in una pianta, credo che non si vegga mai un cangiamento concorde ed armonico di tutte le parti in una volta. E si potrebbe

ancora far quistione, se fosse cosa possibile o no; imperocchè la causa o le cause estrinseche che agiscono sull' organismo sia animale o vegetale, non è possibile a parer mio che lo modifichino con un' azione generale ed uniforme. Una causa agirà forse sopra un dato sistema di organi, o sopra una parte; ma non ha la medesima azione sugli altri sistemi nè sulle altre parti. Essa non attacca quelle altre parti che per lontane conseguenze, e, come suol dirsi, di rimbalzo. La macchina organica, diversamente modificata nelle sue parti, si trova *disarmonizzata*, si trova cioè sottomessa a quello stato giustamente chiamato dal De Quatrefages di *variazione disordinata* (1); e quanto più la modificazione progredisce, tanto più si avanza anche il disordine, e la tendenza al degradamento e alla dissoluzione dell' essere.

Ciononostante, i Trasformisti si attengono ad ogni modificazione o variazione di qualsiasi genere; e colla massima libertà, che immaginar si possa, ne fanno tesoro per la loro teoria della variazione delle specie.

Del resto io mi rimetto al vostro giudizio, perchè voi potete parlare come Maestro in fatto di variazioni degli animali; e a voi spetta il dire, se trovate *miglioramenti* o *deterioramenti* nelle profonde modificazioni a cui vanno sottoposti gli animali.

(1) De Quatrefages. *Charles Darwin et ses Précurseurs en France.* 1870, pag. 242.

Quanto a me, potrei confermare di bel nuovo le osservazioni che ho esposte sul cane, per la considerazione delle modificazioni presentate da altri tipi, come il bue, il cavallo, la pecora ecc. sotto l' impero della influenza esercitata dall' uomo, ma parmi che si riscontri, e sempre si troverà, che, se per una parte la carestia, il freddo, la siccità, il caldo, ed i lavori opprimenti servono ad impicciolire il tipo degradandolo; per converso la sovrabbondanza dei cibi, di agiatezza, d' inazione, di buon clima amplifica il tipo esagerandolo; e che in tutti i casi si ha sempre un *disaccordo* nella macchina organica. Io credo che queste idee troverebbero un appoggio, se lo studio profondo delle modificazioni e delle variazioni degli animali si trasportasse nel campo dell' anatomia comparata, della meccanica, della fisiologia ecc.

In ultima conclusione si vedrebbe, che siffatte modificazioni non valgono a *migliorare* l' individuo nè la razza, ma che invece sono deviazioni, le quali non fanno che indebolire il tipo, e quindi alterarne più o meno le funzioni vitali.

Si giungerebbe ancora a quest' altro risultamento, che i tipi hanno bensì una natura plastica, vale a dire sono capaci di *piegarsi*, di modificarsi sotto l' impero delle circostanze locali, e di resistere il più che sia possibile alle dure prove a cui vanno sottoposti gli esseri organici; ma che molte volte questa cedevolezza o

facilità di piegarsi, è la sorgente delle perturbazioni ed alterazioni degli *elementi costitutivi* dell' essere: laonde si è tratti a conchiudere, che *piegarsi* equivale positivamente a *degradarsi.*

Codesta degradazione volge in danno del tipo; e quanto più essa progredisce, tanto maggiormente rende disarmonica la macchina organica. — Poi, se la degradazione prosegue ancora, l' animale ne è affetto e deteriorato così profondamente, che quasi è ridotto alla impotenza della generazione, della longevità normale, e dello adempimento delle funzioni proprie alla sua natura. Basta rammentare a questo proposito i granatieri di Federico di Prussia, i cretini, gl' iloti ecc. nella razza umana (1).

(1) Molto si è parlato della *lotta per la esistenza.* Bisognerebbe ancora parlare della *lotta per la conservazione del tipo* e pel ritorno al tipo primitivo. Alcuni tipi si veggono conservati, non ostante mille cause di degradazione; altri dopo secoli di estenuazione e di deperimento riaversi; infine razze di animali domestici riprendere molti dei loro primitivi caratteri, tosto che sieno ridonati allo stato selvaggio o di libertà. È cosa assai nota che razze ibride ritornano dopo alcune generazioni ai caratteri di una delle sorgenti da cui derivano. Una pianta, come anche un animale intisichito, se siano provvisti di un migliore alimento e di condizioni più favorevoli alla vita, si rimontano, e ricompaiono assai presto il vigore, le proporzioni, ed il fondo del tipo, per quanto non sieno divenute indelebili le modificazioni ereditarie.

La natura senza dubbio ha impiegato moltissime cure e forze allo scopo di conservare il tipo; e l' esame di queste richiederebbe

Sul punto di abbandonare il tema delle modificazioni, mi sia lecito fare una osservazione, benchè possa

ricerche assai profonde, come quelle che molti scienziati hanno consacrato alla *lotta per la esistenza*. Sono dolente di non potere entro i limiti di questa nota sviluppare una quistione, che grandemente si collega col nostro principale soggetto. Perchè una prova in appoggio della lotta per la *conservazione* dei tipi, è la negazione della *variabilità* dei tipi. Mi permetto dunque di fare soltanto una considerazione.

Non mi è duopo ritornare sulle tante modificazioni cui soggiaciono l'uomo, gli animali e le piante, in grazia delle cause ambienti; e come per le modificazioni degli individui restino costituite le razze. Ma alcune modificazioni arrecate dal complesso delle cause modificanti, sono di tal natura che si cancellano colla morte dell'individuo che ne è stato colpito da prima; altre molto di sovente passano da generazione a generazione e si fissano servendo a caratterizzare una razza. Codesta è cosa troppo conosciuta, da doverne citare gli esempi. Questa persistenza e questa trasmissione di modificazioni, si è ciò che costituisce la *eredità*, la quale è ora soggetto di molti studi. Sotto certe condizioni *l'eredità* è un bene, tutte le volte che l'incrociamento delle razze porti con sè un miglioramento sui nuovi individui. Allora *l'eredità* stabilisce delle buone qualità. Ma *l'eredità* è poi un danno ogni qualvolta una natura alterata o malaticcia si sia impossessata di un individuo, e questo la trasmetta a' suoi discendenti. Allora il germe della degradazione o della modificazione, entrato che sia in una razza, si fissa e vi perdura; e se è profondo, intacca ognor più i nuovi individui che ne derivano, ed alle volte giunge fino alla estinzione delle razze o delle famiglie. La vegetazione meschina dei paesi polari, e gli animali sotto l'impero dell'uomo ne sono una prova. L'esistenza della loro razza è condotta fino agli ultimi

sembrare alquanto estranea all' argomento che ci occupa addesso.

confini della vita; ed un passo più oltre l' estinzione è completa. D' altra parte, senza un soccorso *ab extra*, continuerebbero quei germi la loro infausta azione e condurrebbero sino agli ultimi estremi la loro opera di distruzione.

Gli effetti dell' *eredità* tendono dunque assai di sovente a modificare il tipo, a spostarlo dalla sua primitiva costituzione, e, usando il linguaggio dei trasformisti, a farlo *variare* da quel che era originariamente. I trasformisti diffatti insistono sul principio della *eredità* in quanto che le modificazioni impresse negli individui sono rese stabili dall' *eredità* sotto certe condizioni. Così il tipo, cangiato una volta sull' individuo, sarebbe cangiato per sempre nella razza; e la sua variabilità sarebbe ben presto arrestata fino all' istante che cause contrarie non venissero a turbare quest' ordine di cose.

Quando per ipotesi una specie fosse giunta a due individui profondamente ma egualmente modificati, non vi sarebbe più veruna intrinseca risorsa per cangiare la sua generazione, ben inteso per quanto fossero permanenti le condizioni del mondo ambiente; ovvero, per esporre la cosa con altre parole, quando due individui profondamente ed egualmente modificati fossero nel caso di proseguire la loro generazione, essi non possono che *riprodursi* nei loro discendenti. Questi partecipano interamente della natura dei loro autori, come traggono da essi la loro esistenza. Le buone qualità o i difetti dei progenitori si perpetuano nei discendenti in forza della *eredità*, la quale fa gravare su di essi tutto il peso della prosperità o della decadenza della loro origine. — Da due cavalli *poneys*, per esempio, non si avranno che poledri *poneys*, come da due cani levrieri non si avranno che cani levrieri; nè si può attendere da un matrimonio fra due rachitici se non che figli rachitici. È la triste *eredità* che genitori degradati trasmettono ai loro discendenti.

È fuor di dubbio che nei capolavori di scoltura, come nel Gladiatore morente, o nell' Apollo di Belve-

Ecco dunque la permanenza di una razza confidata alla persistenza delle condizioni genetiche e del mondo ambiente. Ma per meglio precisare le idee, conviene aggiungere ancora un' altra condizione, e cioè che per mantenere quella permanenza occorre che la propagazione si effettui col mezzo d' individui della medesima razza, cioè individui che si trovino in un *eguale stato di modificazione*. Imperocchè, quando si abbia l' introduzione di un elemento diverso, si disturba la uniformità di sviluppo della razza, e vi si apporta un ibridismo di forme che gli allevatori si danno la massima cura di allontanare per quanto hanno a cuore di conservare la purezza della razza.

Quando sieno due gl' individui che debbano in natura mantenere la specie, apparisce già la probabilità che, in molti casi, non siano entrambi individui egualmente modificati. Egli è ben possibile, che mentre l' uno di essi è profondamente modificato o se vuolsi degradato, un secondo arrechi dal canto suo modificazioni di un altro genere ovvero una prosperità di cui esso goda. Se l' un d' essi sia piccolo, debole, scaduto, e l' altro forte e di bella costituzione, si ha subito un elemento di mutazione ed anche di miglioramento, per modo che talvolta si può persino avere il rimontarsi del tipo. Con questa coniugazione disparata si hanno e la propagazione nello stato di natura e la moltiplicazione secondo la selezione artificiale dell' allevatore: e amendue ottengono poi il medesimo effetto, vale a dire di *troncare* una via di modificazioni fatte abituali, *d' infrangere* la stabilità delle variazioni, e spesse volte di provocare un *ritorno* al tipo. Imperocchè essa è cosa incontestabile che una modificazione in una razza quantunque durata quasi per secoli, si cancella tosto che si toglie l' appoggio della conformità dei due genitori. Sembra dunque che sia duopo limitare la formola della legge

dere, si puó *modificare* o cangiare qualche cosa. Ma, se si fosse detto al Canova od al Thorwaldsen di arre-

dell'*eredità* dicendo: che essa stabilisce le modificazioni sulla discendenza, a condizione però che rimanga escluso l'*elemento di ritorno*. Se questo elemento si presenta, scomparisce la razza umana a sei dita, ed il cane a gambe contorte ritorna al cane bracco, come il *poneys* ad un cavallo di statura più grande.

Se sono giuste queste osservazioni, ne segue che le variazioni sono passaggiere e fugaci, e che quello infine che rimane salvo di mezzo a questo turbine di cambiamenti, di variazioni, e di modificazioni, si è il tipo. La razza può variare se vuolsi in mille modi, ma il tipo ha nella sua costituzione un elemento di *ripristinazione* e di *ritorno*. Gli estremi delle sue variazioni si contrabbilanciano e si compensano nella generazione. Fin tanto che vi sarà un piccolo cavallo di Scozia, ed il grande cavallo di Normandia si ha la certezza di vedèr ricomparire, quando che sia, il cavallo comune da maneggio.

La *lotta per la conservazione del tipo* appoggiasi dunque ancora su questo fondamento della distinzione dei sessi. Sembra che fra le molte ragioni, per le quali si ebbe la distinzione dei sessi, una sia quella di combattere il decadimento delle specie. Conseguenza in fatti di questa distinzione è la possibilità di far argine ad una degradazione che fosse già penetrata in una razza, di rendere possibile il riabilitarsi del tipo; e fra questi due fattori la risultante si è la conservazione del tipo, di mezzo alle cause modificanti del mondo ambiente.

La natura senza dubbio ha calcolato sopra la distinzione dei sessi per la conservazione dei tipi. Ma debbo qui ben notare che con queste idee cadutemi dalla penna, io non pretendo di indovinare i fini della natura; ma soltanto intendo di registrare gli effetti di ciò che vediamo accadere attorno a noi. — Veggansi in questo proposito le belle osservazioni del De Quatrefages nell'opera — *Metamorphoses de l' homme et des animaux.* —

carvi una qualche variazione, essi certamente avrebbero ricusato di farle. Avrebbero detto — *Se si toccano, si guastano.* Queste scolture sono due capolavori di tanta perfezione, che non si può far altro che ammirarli; ma se vi si arreca una qualche modificazione, non si può far altro che degradarli. — Parimenti avviene pei tipi specifici degli esseri organici — *Se si modificano, si guastano.* — E se le modificazioni sono troppo spinte innanzi, i guasti compromettono la stessa esistenza o dell' individuo o della specie. Le variazioni possono essere portate sino agli ultimi confini, ma questi non si possono varcare. — Con modificazioni alquanto innoltrate si distrugge la bellezza del Gladiatore e dell' Apollo, come del pari si distrugge la bellezza, l' armonia delle parti, la scienza, e la essenza tipica che si ha nel cane, allorchè si è giunti al cane turco ed al piccolo alano.

Se nelle considerazioni che venni finora esponendo non si è intromesso qualche errore; ben si vede che siamo giunti ad uno scopo diametralmente opposto a quello che si propongono i trasformisti — vale a dire, che mediante le modificazioni o variazioni degli esseri organici non si sale mai, ma *si discende sempre;* e quanto più le modificazioni procedono innanzi, tanto più ci conducono verso l' estinzione della razza. — Ciò posto, i limiti sono bene precisati, ed il circolo è chiuso: questi confini non si possono varcare perchè sono insuperabili — *Non si può mai passare da un tipo ad un altro.* —

Se si continuasse questo genere di osservazioni e di ragionamenti, si potrebbe andare anche più in là; e si potrebbero probabilmente vedere, benchè ad una estrema distanza, i primi albori della quistione — *Quale sia la vera specie della natura.* — Parmi, che quando uno si è messo in questo cammino, si avvicini, per quanto è possibile, alla soluzione del grande problema.

III.

RIASSUNTO

Ora è tempo di dar termine a questa lettera anormale per molti capi, sopratutto per la sua eccessiva prolissità, e di riassumere le conclusioni, che discendono da quanto abbiamo discorso fin qui.

Io credo che chiunque ha avuto la pazienza di seguirci nella lunga via che abbiamo percorsa, non potrà certo esimersi dal convenire, che le estremità degli animali da noi studiati sono opere di Meccanica, e se vuolsi di altissima Meccanica.

Ora questo risultato finale, come altresì i principii scientifici che ci valsero di guida, ci hanno fatto entrare in quistioni che si riferiscono a scienze esatte, ossia a scienze, le cui deduzioni sono di un rigore assoluto. Ci resta a conoscere, se queste stesse scienze ci condurranno a qualche ulteriore veduta, valevole a risolvere il problema che voi, o Signore, ci poneste innanzi.

Studiamoci dunque di vedere quale sia il concetto di un' opera di meccanica, o più semplicemente che cosa sia una Macchina.

Le leggi generali della meccanica che si riferiscono all' equilibrio od al movimento dei corpi, sono leggi universali, che appartengono alla presente costituzione del mondo fisico. Ogni scienziato ammette che esse formano la regola, e che regoleranno sempre la condizione dei corpi. Un grave tenderà sempre al centro, salvochè ne sia impedito da qualche ostacolo; e così pure due forze convergenti faranno sempre capo ad una risultante, con necessari rapporti ecc. Il complesso delle cose esistenti è invariabilmente sottoposto a queste leggi. In esse è il fondamento e la guida generale della meccanica, il punto di partenza di qualsiasi Macchina; ma la Macchina non esiste ancora.

La Macchina vien dopo: viene cioè, quando è stata fatta una saggia applicazione di queste leggi generali ad uno scopo determinato, indirizzando verso di quello le forze, le resistenze, i mezzi per accelerare, rallentare, ordinare e regolare il movimento. La ragionata unione di tutti questi elementi perviene poi ad assicurare l' effetto utile finale. È allora che noi vediamo una forza di grandissima intensità, per esempio il vapor d' acqua, resa docile sotto la mano dell' uomo; allora parimenti la forza muscolare applicata sapientemente a leve ossee produce i movimenti esatti ed in pari

tempo molto gagliardi del braccio dell' uomo o dell' ala degli uccelli.

D' altronde è cosa notoria che la meccanica si giova del calcolo, della geometria, e di tutti i mezzi delle scienze affini. Le più rigorose misure e proporzioni possono esse sole assicurare un' azione perfetta ad una Macchina. Ond' è che una buona Macchina sarà sempre il risultato di cognizioni teoriche ben fondate, e di una intelligente esecuzione.

Affine di utilizzare i grandi principii meccanici, e farne una Macchina, non bisogna abbandonare le forze della natura bruta ai loro ciechi trasporti. Ogni qual volta cade un grave, produce una percossa violenta e nulla più; ogni volta che una corrente d' acqua invade un paese, essa vi reca la desolazione. Ma se voi dominate e regolate codeste forze, ne traete i vantaggi del maglio e dei motori idraulici.

Per trarre dunque buon partito da questi principii generali del mondo fisico, bisogna condurli, vale a dire bisogna conoscerli, misurarli, unirli in proporzione e misura determinata; bisogna ritrarne tutto il vantaggio possibile, come bisogna rimuovere tutti gli ostacoli o tutte le resistenze che si oppongono allo scopo da ottenere.

Da ciò chiaramente si vede, che per l' origine e la costituzione di qualunque macchina occorrono due fat-

tori trascendentali. Dall'una parte sono le forze, le leggi, ed i principii generali; dall'altra un *saggio uso* di questi stessi spedienti naturali. Senza questo impiego, non si ha la Macchina. Ma queste parole un *saggio uso* possono tradursi in una formola esattamente equivalente; vale a dire, che per possedere una Macchina occorre, come abbiam detto di sopra, una *cognizione* dei principii ed una *scelta* dei mezzi (1).

Conoscere e *scegliere*, ecco due operazioni della mente, ossia dell'intelligenza.

Quando abbiamo una macchina, abbiamo ancora un'intelligenza. Fra una macchina e l'intelligenza esistono gli stessi rapporti che corrono tra l'effetto e la causa.

Tornando ora al nostro soggetto io domando: la mano della tigre è una macchina? Io credo aver provato che sì. Diffatti non abbiam forse veduto nella sola armatura ossea di questa zampa, un impiego di forze, di resistenze, e di spedienti dinamici applicati con ogni saggezza, affine di ottenere la funzione sì bene appropriata di questo arto? Siamo dunque condotti a vederci in cospetto di una intelligenza, la quale ha saputo calcolare ed associare le parti, e ha dovuto scegliere le forme, il numero, e le proporzioni di queste parti

(1) E come ha detto il Maxwell: « Occorre un'abilità matematica, ed una ingegnosa scienza sperimentale ».

medesime. Codesta intelligenza che ha concepito la zampa della tigre, ci si palesa fornita di una perfetta cognizione dei principii di statica e di dinamica. La preferenza che ha dato agli organi meccanici che agiscono nella mano della tigre, è effetto di una scelta che ha saputo eleggere il meglio. Di là è venuta la perfezione dell' opera, e perfezione tale, che sfida, ne son certo, il più rigoroso sindacato.

Ognun vede che la conseguenza da me dedotta per la considerazione della zampa della tigre, è del pari deducibile da ogni altra opera organica naturale. Qui facilmente qualcuno mi correrà innanzi col pensiero, supponendo che io mi proponga di conchiudere per riassunto finale di quanto abbiamo detto fin qui, che si ha in codesto la prova di una intelligenza creatrice. — No: ora non mi occupo di questo. — Forse mi si dirà, che siffatta conclusione si offre spontanea. — Tanto meglio, se senza dirlo ciascuno lo comprende. Ma questo ora io non cerco.

Ciò che mi propongo, si è di continuare i nostri studi, e di conoscer bene qual genere di macchine abbiamo a trattare. Io rientro ancora nel piccolo cerchio del problema posto da voi, o Signore; e cerco qual genere di macchina sia la mano dell' uomo, la zampa della tigre, l' ala del pipistrello, e la paletta della foca. A prima giunta si capisce, che qui certo non si tratta di macchine di una grande semplicità: veggo anzi

e meco il vede qualsiasi persona, che sono macchine di grande complicazione, e non so dimenticare che la sola ispezione del carpo umano palesa la profondità delle viste che hanno diretto questa piccola costruzione (1).

Diffatti questa complicazione e la sublimità della meccanica che ha diretto la costruzione delle quattro estremità or ora indicate, sono una prova della superiorità dell' intelligenza che le ha concepite e ordinate. Il che è tanto vero, quanto è vero che la causa è proporzionata all' effetto.

La meccanica della natura supera di tanto l' ordinario della meccanica volgare, quanta è la difficoltà o l' imbarazzo che l' intelletto umano prova a comprenderla. Facilmente noi intendiamo che le nostre braccia debbono essere composte di aste spezzate; ma la intelligenza umana trova grande difficoltà a svelare la costruzione dell' occhio, ovvero la circolazione del sangue;

(1) Altrove ho esposto, e qui lo ripeto, che la forma geometrica delle facce di combaciamento fra un pezzo carpiano e l' altro, il moto di queste stesse facce fra loro, la direzione delle linee di contatto dei pezzi ecc. essendo tutte in relazione coi movimenti e colle resistenze della mano dell' uomo, forniranno sul conto del carpo umano un lavoro molto faticoso pei matematici.

Anzi si è spinti a credere, che, se non la penetrazione, la pazienza almeno dell' osservàtore rimarrà esaurita prima che il problema sia studiato e svolto interamente.

e trovasi in qualche impaccio a dicifrare la meccanica del carpo. I più grandi ingegni de' nostri giorni progrediscono passo passo nella carriera delle scoperte fisiche, chimiche, anatomiche ecc., e dal più alto grado a cui sono giunti veggono intorno a sè un campo d'osservazioni sempre più faticoso a percorrere, e del quale i più dotti non veggono i confini.

Queste considerazioni che abbiamo svolte ci conducono ad un'altra osservazione di congruità, la quale si attiene al fondo della nostra quistione. Eccola: questa intelligenza che abbiamo ravvisata una volta sì abile nella costruzione della mano dell'uomo, della tigre ecc. si è già qualificata per questi suoi atti medesimi; ed è già stabilito il suo valore in fatto di scienza e di scelta, palesato nelle opere dianzi indicate. Codesta intelligenza non può pertanto abbandonare per un solo momento le alte qualità che la distinguono in fatto di scienza e di scelta, nè può contradirsi per un solo istante con costruzioni imperfette e disarmoniche dai principii scientifici.

Dicasi lo stesso per riguardo alle sue opere. Non si può ragionevolmente supporre, che le sue opere si abbiano mai a trovare inferiori all' alto grado d'origine che è loro dovuto. Essendo esse il prodotto di una elevatissima intelligenza, non possono mancare della duplice caratteristica della loro origine; vale a dire la *scienza* e la *perfezione*. Allora non posso esimermi dal riconoscere,

che, in tesi generale, tutto ciò che esiste nelle macchine organiche (essendo opere di questa intelligenza), ogni parte che entra nella loro composizione, e quale io ve la trovo, tutto è egualmente calcolato, come tutto è egualmente necessario e appropriato; e che tutto vi si trova dimandato e richiesto per la loro perfetta costituzione. Comprendo altresì che questa superiore intelligenza non potrebbe impiegare od introdurre nelle sue opere cosa alcuna fuori di ciò che è essenziale a rendere perfette le stesse macchine (1). Ogni cosa superflua, ogni inutilità, e ogni fuor d'opera rispetto alla funzione da compiere, sarebbe un *delitto* contro la scienza nel *concetto*, e contro la perfezione nella *esecuzione*.

Come agevolmente si vede, con un ragionamento *a priori* si giugne a siffatta conclusione; ma non possiamo dimenticare, come sia questa la stessa conclusione che abbiamo visto sorgere realmente là ove abbiamo abbozzato alcuni studii pratici sopra alcune di queste macchine organiche. Abbiamo visto, che le parti che le compongono sono parti integranti, e che vi si trovano tutte richieste dalla *necessità meccanica*.

Dunque il ragionamento e la esperienza si fanno una scambievole controlleria, e ci conducono ad un unico risultato, a conoscere cioè che un'alta e perfetta mec-

(1) Veggasi addietro pag. 200 e seg.

canica è stata impiegata nella mano dell' uomo, nella zampa della tigre ecc.

Posta la quistione su questo terreno, che è la sua base logica e naturale, svanisce ogni maraviglia al veder ripetersi alcune parti similari nei differenti gruppi degli esseri organici, od almeno non si fa molto attendere la spiegazione del come quelle parti si trovino colà. Se esse si ripetono, ne è cagione il ripetersi di somiglianti funzioni; e perciò si ripete altresì la necessità della loro presenza ed azione. La loro presenza è rigorosamente legata alla macchina che compongono, o più esattamente, che esse solo rendono possibile. Le funzioni *comuni* indispensabili in certi dati animali impongono qualche *communanza* d' organi. Diffatti potrebbero forse immaginarsi animali immersi nell' atmosfera senza che avessero polmoni *simili* fra loro, ovvero animali tuffati nell' acqua senza branchie *simili?* Sarebbe forse un motivo di sorpresa il trovare in ogni scheletro un asse fondamentale flessibile e quindi polimero, od estremità di più pezzi o con più leve pei movimenti? Sarebbe forse una giusta estimazione dei fatti il restar sorpreso della perpetua ripetizione di un carpo sempre al medesimo posto nelle estremità degli animali che debbono subire movimenti violenti, o debbono cadere d' un tratto in occasione di un salto con tutto il peso del corpo sulle loro quattro estremità?

Se la teoria dell' *unità di piano* che ci ha tanto occupati in questo lavoro, e che ha potuto tanto chia-

mare a sè l' attenzione degli scienziati; se tale teoria, dico, si fonda sopra questa uniformità di organismo; dopo le considerazioni da noi esposte, essa si presenta sotto altro aspetto. Essa diventa allora una semplice e stretta consegnenza delle condizioni meccaniche per la esistenza degli animali. Essa segue bensì la costituzione fondamentale delle macchine organiche, ma non la dirige, e non la governa. L' *unità di piano* o l' unità di tipo scomparisce interamente come prova genetica dell' affinità degli animali: rimane solo un testimonio dell' affinità meccanica, che regna in tutte le macchine dello stesso ordine, siano quelle della piccola arte umana, ovvero quelle della grande arte della natura. — Messa in disparte una volta la spiegazione della discendenza genetica degli animali, l' uniformità di piano ha un' altra spiegazione molto più razionale e più scientifica: la sua vera spiegazione si trova nella *necessità meccanica.*

Ora se nell' esame dei meccanismi organici, quali la mano dell' uomo, la zampa della tigre ecc., si colloca al suo luogo la vera natura di questi organismi; vale a dire che essi, come gli animali a cui appartengono, sono macchine formate con *intelligenza* e *scelta;* voi allora conoscete che per sè medesimi sono *esseri scientifici*, in armonia colle leggi fondamentali delle scienze meccaniche, fisiche ecc.; sono prodotti di tal fatta, che qualsiasi intelligenza che fosse capace di metterli in atto, li produrrebbe quali essi sono, e, ciò che più monta,

non potrebbe produrli diversamente. Pertanto la tigre, lo scoiattolo, il kanguroo, l'aquila, la lucertola ecc. sono tutti esseri scientifici in sè stessi. Uno solo di essi, è un prodotto perfetto in sè medesimo; ciascuno ha una individualità che esiste, e che ha in sè stessa la sua ragione di essere; nessuno ha bisogno di un altro perchè divenga spiegabile il suo peculiare organismo.

Dò compimento alla mia idea. Uno solo di essi poteva essere il congruo oggetto della intelligenza che lo ha concepito, perchè in un solo è stata spiegata tutta la scienza e tutta la scelta che occorreva per provvedere alla perfezione dell' essere. Due o tre potevano persino occupare le cure di questa intelligenza, come anche mille o diecimila: ma, per ciò che s' attiene al concetto individuale, essa poteva fermarsi ad un essere solo o a diecimila, poichè ciascuno si completa in sè medesimo.

In conseguenza di che sarebbero esseri tutti separati, e l'un dall' altro indipendenti, o, per usare le vostre stesse parole, sarebbero *atti di creazione indipendenti.*

Riassumendo le cose, diremo che tutti gli esseri organizzati possono dunque essere prodotti di una intelligenza, perchè sono *essersi scientifici,* e possono essere tanti prodotti staccati ed indipendenti, perchè hanno in sè medesimi il *complemento razionale* della loro costituzione.

Questa ipotesi sarà dunque la finale conclusione, a cui si arriva in seguito alle nostre ricerche? Io

credo, che qual' è formulata di presente, sia ancora incompleta: dirò di più, credo che sia manchevole. Bisogna dunque emendarla. — Essa è difettosa in questo, che, quando io dico che gli esseri organici possono essere prodotti indipendenti di una suprema intelligenza, parlo di una semplice *possibilità;* il che nel linguaggio ordinario equivale a dire, che ciò *può essere* come anche *può non essere;* sarebbe cioè una possibilità, che non esclude che sia possibile un' altra ipotesi differente o contraria. E questo è falso, perchè la idea di *scienza* e di *scelta* è inseparabile dalla nozione degli esseri organici; e lo prova l' assioma, da noi altrove citato, che *dove si ha una macchina, si ha una intelligenza.*

La correzione che bisogna dunque fare alla ipotesi, quale l' ho dianzi esposta, consiste nel dire che essa non è già solo *possibile*, ma che è *la sola possibile;* ovvero, il che torna lo stesso, che non è già quella una ipotesi, ma è una *realtà.*

D' altronde qual' altra ipotesi può mai competere con essa? Non ne conosco che una, la discendenza cioè per mezzo di lente e successive *modificazioni.* E qual è il suo principio ordinatore? Eccolo — *la selezione naturale.* — Ora ci si dice che questa *selezione* non è *consapevole.* Ma se tale si ammette, noi facciamo rivivere gli antichi errori, che, al pari delle nottole, non debbono più apparire in mezzo alla sfolgorante luce delle scienze moderne; giacchè non si può supporre con serietà a' dì nostri, che la scienza e la scelta sieno il portato di cieche e causali combinazioni.

Absit injuria verbo; ma, bisogna pur dirlo, è una contraddizione l'associare ad effetti di ragione una facoltà inconsapevole.

Peraltro io non dimentico, o Signore, che se voi spesse volte ci parlate di una selezione naturale inconsapevole, è vero altresì che un diverso linguaggio si trova nelle vostre opere. Tosto che entrate nello accurato esame degli animali o delle piante, voi ci dite, sebbene per via di metafora, che « la selezione naturale scruta dì per dì, ad ogni passo e per tutto il mondo, qualsiasi variazione, anche la più impercettibile, per rigettare tutto ciò che è cattivo, e per conservare ed aumentare tutto ciò che è buono » (1). Voi ci indicate « che bisogna ammettere l'esistenza di un potere intelligente, e che questo potere intelligente è la selezione naturale, continuamente alla vedetta.... ecc. » (2). Qui con mio rincrescimento debbo dire, che allora voi confondete la vostra selezione naturale colla intelligenza creatrice. — Voi dal vostro ingegno svegliato siete tratto ad usare questo linguaggio, per la necessità di collocare un principio proporzionato a capo di tanti esseri, che avete additati come esseri di una mirabile costituzione e di una sorprendente saggezza.

Se portate la vostra illuminata attenzione sopra un più vasto campo degli esseri naturali, sono sicuro, che

(1) Darwin. *Origine* ecc., pag. 120.
(2) Darwin. *Origine* ecc., pag. 272.

voi cancellerete dappertutto la parola *inconsapevole*, e farete allora dappertutto la vostra selezione *consapevole*, e *altamente consapevole.*

Se non che, se i trasformisti ammettono ancora *altamente consapevole* la selezione naturale, che cosa hanno fatto per la loro teoria? Io credo che a questo stato della quistione la loro selezione non sia ammessa dalla scienza. È chiaro che la dottrina della discendenza degli esseri organizzati ha punti di partenza ben definiti e conseguenze inevitabili; essa parte da questo duplice fondamento: 1.° che gli esseri organici continuamente passano da un tipo ad un altro, per via di lente e successive transizioni; 2.° che le osservazioni, o modificazioni migliori sono accuratamente fissate dalla selezione naturale, e fanno progredire un tipo verso un altro più elevato. — D' altronde questa medesima dottrina ha come conseguenze: 1.° l' *unità di piano,* o la dimostrazione morfologica del passaggio, per isfumature e gradi, da un tipo all' altro; e 2.° ha dei *reliquati* anatomici, degli organi rudimentari, o parti inutili, quali testimonii del passaggio da un organismo che vien meno ad un altro nuovo che sta per cominciare.

Può dirsi, che codesti quattro punti sono stati quasi i precipui soggetti delle nostre ricerche in questo scritto. Ora, se avvi alcunchè di vero in ciò che abbiamo detto, restano ben molti dubbi intorno al valore di quei quattro punti fondamentali della Teoria della discendenza.

Abbiamo visto (1) che in quanto alle transizioni o passaggi si possono immaginare bensì transizioni genetiche; ma che le transizioni istrumentali *operanti* sono meccanicamente *impossibili* nella loro applicazione ad esseri viventi. Abbiamo visto altresì (2) che innumerevoli variazioni o modificazioni si trovano negli esseri organici; ma variazioni miglioranti l'essere, si potrà forse mostrarne nell'avvenire, per ora non ne conosco alcuna. Del resto le modificazioni degradanti sono contrarie alla dottrina delle discendenze e delle evoluzioni, perchè tendono alla distruzione dei tipi o delle specie.

D'altra parte si è visto in più luoghi che non esiste una *unità di piano* come linea di condotta dell'organismo e della organica evoluzione; ma si è vista bensì in sua vece la *necessità meccanica*, vera cagione scientifica delle rassomiglianze meccaniche, ma unicamente rassomiglianze meccaniche. Si è pure notato (3) che non vi sono nè *reliquati* anatomici, nè parti inutili, perocchè quelle a cui furono applicati questi nomi, quando siano studiate diligentemente, trovansi essere organi completi, che agiscono perfettamente, ed in proporzione della stessa funzione che debbono eseguire.

Questi fatti feriscono i fondamenti della teoria delle discendenze, e della selezione naturale; e per mala sorte

(1) Veggasi in addietro pag. 295.

(2) Veggasi in addietro pag. 307.

(3) Veggasi addietro pag. 189.

di codesta teoria, sono fatti puramente scientifici, mi semba, quelli che minano la sua base. Quand' anche si faccia la *selezione altamente consapevole*, essa ne sfugge di mano, perchè anch' essa finora è respinta dalla scienza. Forse resta persino a provare se goda di una *consistenza scientifica.*

Dopo tutto questo io sono condotto a cercare alcunchè di meglio assicurato e di più scientifico. La mia ragione trova, per esempio, che un soggetto più conforme alle sue facoltà nella ricerca del vero si è una Intelligenza superiore, la quale non occupandosi di *modificazioni disordinate* per trarne esseri novelli, si è occupata, fin dalla prima origine, *della loro fondamentale costituzione razionale, perfetta, e stabile.* Una potenza io dico, che ha conosciuto e voluto il suo effetto in quanto esso è, che ha fatto un essere organico per questo essere medesimo, ma che non ha fatto un essere per trarre poi dalle sue casuali deformazioni un essere diverso, od un terzo, od un decimo ecc.; una potenza insomma della cui volontà ciascun essere è stato lo scopo, ed è stato l' oggetto della sua scienza, l' oggetto delle sue cure per la sua perfezione individuale, e pel mantenimento in quanto è possibile della specie a cui esso appartiene.

Infine, una Intelligenza senza limiti sta dunque sola a capo della creazione, e vi sta veramente al proprio luogo. La elevatezza e l' estensione delle sue ve-

dute, ossia la sua *scienza*, è resa manifesta dalla perfezione, moltiplicità e varietà de' suoi atti, dai rapporti infine fra un essere e l'altro, e dalle leggi di conservazione e di armonia che li mantengono nel loro complesso. La suprema Intelligenza che li ha ordinati, eguale sempre a sè stessa, non si è già fermata dinnanzi alle difficoltà di una esecuzione, che potrebbe dirsi estremamente difficile per ragione di una finezza e di una diligenza estrema; essa non si è appagata di rimanere in un campo puramente speculativo e di soli concetti, ma con franchezza è passata al grado di operatrice o di grande artefice, che possiede in grado eguale la duplice potenza della *invenzione* e dell' *esecuzione.*

In una Intelligenza di questa sorte, io trovo sì una causa, quale è richiesta da una Filosofia positiva; e la mia ragione non può diniegarsi di conoscerla fornita di altissima scienza. Per conseguente non posso farla scendere dall'alto grado in cui la scienza l'ha collocata, valendomi di una illogica supposizione, cioè che *la sua potenza esecutiva sia al disotto della sua potenza intellettiva.* Nell' umana famiglia molte volte l'inventore è disgiunto dall' esecutore, ma ciò accade per cagione delle nostre facoltà estremamente limitate. Ma quando si esce da questa bassa sfera dell' umanità, si ascende ad una regione scientifica più alta, più chiara, più vasta; *dove una scienza non può essere impotente,* ma dove la potenza è di necessità propor-

zionata alla scienza.: a quell' alta regione descrittaci dal Poeta:

> . . . . . . colà dove si puote
> Ciò che si vuole . . . . . .
>
> *Inferno. III.*

Giunti a queste alte sfere, ove signoreggiano senza confini la scienza che abbiamo vista e la potenza che abbiamo dedotta, io intendo naturalmente e colla tranquillità stessa che ispira una verità matematica, che la origine degli esseri è la creazione operata da un' alta intelligenza; imperocchè codesta origine si mostra proporzionata alla grandezza del soggetto, così, che il soggetto nella sua ammirabile *perfezione* e l' intelligenza nelle sue *eminenti qualità*, si corrispondono reciprocamente come l' effetto alla causa.

Ma torno finalmente, o Signore, al vostro problema. Voi ci avete chiesto: « Nella dottrina degli atti « di creazione indipendenti, come si spiega la confor- « mazione sopra un piano comune della mano dell' uomo, « del piede del cane, dell' ala del pipistrello e della pa- « letta della foca? » La risposta è stata molto lunga, ma semplicissima. Abbiamo studiato il problema fino all' intimo. Nostre sole guide sono state la meccanica e la geometria, e la strada da percorrere ci venne aperta da alcune esplorazioni anatomiche accessibili anche ai meno istruiti. La dottrina degli atti di creazione indipendenti non ha trovato la minima difficoltà od il

più piccolo imbarazzo a spiegare il vostro problema. Essa ha conosciuto che la conformazione sopra un piano comune è la semplice applicazione delle leggi meccaniche fatta con *cognizione teorica* e con *iscelta pratica.*

Da ciò essa vede ancora che non troverà veruno ostacolo a risolvere altri problemi del medesimo genere, e può giungere perfino a ripromettersi di risolvere tutti quei problemi, che non trascendono i mezzi di osservazione, le presenti condizioni delle scienze, e la limitatezza dell' intelletto umano.

Credo che non sia altrettanto della *teoria delle transizioni.* Essa finora non ha risolto, per vero dire, alcuna delle difficoltà che abbiamo notate in questo lavoro: essa non ha neppure iniziate altre quistioni, che si affacciano al pensiero di tutti e che essendo quistioni fondamentali, avrebber dovuto essere trattate dal principio.

Mi astengo bene dal farne un rimprovero ai difensori della teoria, i quali dal canto proprio hanno fatto quanto potevano di meglio. Non è colpa loro; è colpa della teoria medesima, la quale non ha peranche fondamenti sicuri. E ciò del rimanente è chiarito, forse anche più del bisogno, dalle più curiose antitesi che sorgono ad ogni momento fra gli stessi difensori della teoria.

L' altra dottrina, quella cioè della creazione indipendente delle specie, troverà in fondo a qualsiasi problema diligentemente studiato, ciò che ha trovato, nello studio di questo primo problema, vale a dire una illuminata applicazione delle leggi della meccanica, della

fisica, della fisiologia ecc., fatta con scienza e scelta. L'ultimo risultato non può essere diverso da quello che qui abbiamo ottenuto; poichè, se la soluzione di questo primo problema è *vera*, noi per mezzo di questo siamo giunti alla cognizione di un sistema che si mantiene e si manterrà sempre il medesimo. Se l'autore dei piccoli meccanismi organici, che ci avete messi innanzi e che noi abbiamo studiati, si mostra una eminente Intelligenza, questa stessa Intelligenza è l'Autore di qualunque altro meccanismo organico.

D'altronde nel risultato a cui siamo giunti voi vedete, o Signore, non avvi che una verità messa in luce dalla fiaccola della scienza, dell'osservazione, e del ragionamento. Qui non c'è nulla di tradizionale, nè di preconcetto, e nè manco di antiquato. Le osservazioni che abbiamo citate, e quelle da noi introdotte, sono osservazioni del giorno, a cui se ne possono aggiungere altre a migliaia; ma sono osservazioni che ciascuno può ripetere e verificare a proprio talento; osservazioni peraltro, la cui sicurezza ne fa persuasi fin d'ora che niuna obbiezione seria possa mai mettere in dubbio la conclusione finale a cui siamo giunti.

Sarà benfatto notar qui di volo, che la Dottrina della creazione indipendente non manca dunque di *esistenza scientifica* — Avviso a chi spetta. (1).

(1) Veggasi addietro pag. 10.

Io non posso deporre la penna senza palesarvi, o Signore, la gratitudine che vi professo per la occasione pôrtami da voi colla vostra grave obbiezione, di studiare a fondo una delle più vitali quistioni di questi giorni. Ora io sono convinto, che senza chiudere gli occhi ai grandi lumi della scienza moderna, anzi fondandomi sui principii strettamente scientifici, posso credere ad una creazione indipendente, e perfettamente ordinata, come quella che è l' opera di una suprema Intelligenza che si svela ai nostri sguardi dopo un esame diligente de' suoi atti. Così la mia persuasione è al presente più illuminata e più positiva. Nella dissonanza delle idee che sventuratamente domina al nostro tempo non è piccolo vantaggio avere un convincimento sicuro e tranquillo, stabilito sulla scienza.

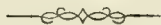
Ebbene, di questa consolazione filosofica io sono debitore a voi; e voi, o Signore, aggradite i miei ringraziamenti e la testimonianza della mia stima e del mio rispetto.

Bologna — Agosto 1873.

G. GIUSEPPE BIANCONI.

AGGIUNTA

GLI ANIMALI ARTICOLATI

E

LA DOTTRINA TELEOLOGICA

IL TIPO DEGLI ANIMALI ARTICOLATI

La grande famiglia degli animali articolati può eseguire gli stessi movimenti degli animali superiori, cioè i vertebrati, quali sono il volo, il camminare, il saltare ed il nuotare ecc., e tuttavolta questa famiglia è sfornita dello scheletro interno che dà i punti d'appoggio per l'azione dei muscoli. Il meccanismo del movimento in questi animali è invertito, poichè la gamba di un granchio o di un insetto è una successione di tubi, ciascuno dei quali racchiude nella propria cavità i muscoli destinati a muovere il tronco che segue. In essa gamba la corda motrice è interna, e la leva solida trovasi all'esterno; mentre invece nella gamba di un mammifero o di un uccello i muscoli sono esterni e sovrapposti alle leve, che trovansi collocate internamente.

Quello dunque giustamente è stato chiamato scheletro esterno, per contrapposto allo scheletro degli animali vertebrati che vien detto scheletro interno. Ma la distinzione fra questi due è più notevole di quello che

abbiano giudicato certi scienziati. Diffatti si è preteso che l' uno fosse l' equivalente dell' altro; il che è vero bensì se si consideri l' effetto meccanico che ne deriva. Ma si è spinta la teoria fino a pretendere che lo scheletro degli articolati fosse quello dei vertebrati grandemente modificato o rovesciato. La celebre frase di Géoffroy St. Hilaire, che « i crostacei vivono dentro la loro colonna vertebrale » dimostra fino a qual punto sono stati immaginati rapporti fra lo scheletro esterno e l' interno: ma la natura fisiologica dell' uno è intieramente diversa da quella dell' altro. Per quanti sforzi d' ingegno si siano fatti a dimostrare l' equivalenza, o l' unità di natura dello scheletro esterno coll' interno, rimane ciò nullameno sempre bene spiccata fra essi una capitale differenza. Latreille (1) a' suoi giorni aveva detto, e gli studi dei moderni dotti hanno servito a confermare, che le parti componenti lo scheletro esterno « non sono che parti più dense della pelle, e che questa pelle è continua, e semplicemente più sottile e quasi membranosa negli intervalli fra le congiunzioni articolari ». L' armatura solida o semisolida degli articolati è una dipendenza del sistema cutaneo, o per meglio dire è lo stesso inviluppo cutaneo che circonda tutto il corpo, il quale inviluppo per tratti ed a piastre è incrostato dai depositi di chitina o di calcare ecc. La uniforme continuità degli strati dermici su tutto il corpo dell' animale è di-

(1) Latreille. *Regne animal*, T. IV. pag. 1.

mostrata all' evidenza dal Milne Edwards (1); come del pari è addimostrato che alcune parti di questi strati sono indurite, mentre poi altre conservano la loro ordinaria mollezza.

Il duplice stato di solidità o di mollezza somministra alternativamente tubi o piastre rigide, ed intervalli molli, che lasciano possibili i movimenti dei primi l'uno sull' altro. Con ciò si ha la pieghevolezza delle estremità, i cui frammenti sono regolati da cerniere che trovansi nei punti del loro contatto.

Per contrario lo scheletro osseo è una creazione perfettamente indipendente dal sistema cutaneo. L'inviluppo tegumentare dei vertebrati circonda intieramente il loro corpo, e per conseguenza ricopre tutto lo scheletro osseo. Tegumenti e scheletro nei vertebrati sono due cose distinte e disgiunte, mentre negli articolati si hanno gli integumenti che compiono le due funzioni: ed in questi è stato dimenticato od abbandonato interamente il meccanismo fondamentale dei vertebrati, cioè lo scheletro interno.

Dunque conviene considerare nei vertebrati e negli articolati due cose o due tipi assai diversi, mentre nei primi gl' integumenti esterni non influiscono quasi nulla riguardo ai movimenti, e negli articolati all' incontro servono a tutto. Nei vertebrati trasparisce questo pensiero genetico di uno scheletro osseo; negli articolati non

(1) Milne Edwards. *Leçons de Phisiologie.*

se ne ha pur ombra di vestigio. E ciò non ostante i movimenti degli articolati, come abbiam detto sin da principio, sono spigliati, vari e gagliardi, benchè somministrati da un meccanismo completamente diverso, qual è l'azione dei muscoli applicati al didentro dei tubi formati dall'indurimento localizzato degli integumenti.

La surrogazione di uno scheletro esterno negl'insetti, negli aracnidi, e nei granchi, allo scheletro interno dei mammiferi, degli uccelli ecc., suppone un motivo di convenienza di altissimo rilievo, dacchè si vede data la preferenza al primo sull'altro. E noi, usi come siamo al rigore della natura, veniamo condotti a dire più positivamente, che bisogna vi sieno titoli d'incompatibilità per escludere lo scheletro vertebrale da una gran parte del regno animale, e dar luogo allo scheletro dermoidale.

Tuttavolta non si scorgono a prima giunta gli indizi dei motivi di codesta sostituzione. — Lo scheletro interno, come base di movimento degli animali, è assai buono, chi nol vede? Serve egualmente bene pei giganti del regno animale, come pei minimi, quali sono i colibri o i musaragni. D' altronde hannosi vertebrati molto più piccoli di alcuni insetti; come lo scricciolo è minore del *Goliathus* e del *Gedeon*. Ebbene, lo scricciolo ed il topolino non sono forse più gai, più vispi, più arrischiati, più spigliati, e più indipendenti, dei due insetti poc' anzi nominati? Non godono essi forse del massimo grado di sviluppo di tutte le fa-

coltà animali? Per tale considerazione si manifesta che il tipo vertebrato, quand' anche sia ridotto a' suoi ultimi limiti, non palesa ancora i primi indizi di impotenza per animali piccolissimi: perchè in questi *pusilli* nulla trovasi che dia a conoscere un affievolirsi, un deteriorarsi, od un assopirsi delle facoltà animali. Senza dubbio, non sono punto nella condizione degli scheletri dei pipistrelli e delle foche, che trovansi già ai confini della natura mammifera. Diffatti abbiamo visto (1) che sarebbero impossibili ulteriori modificazioni ornitologiche o ittiologiche, senza passare definitivamente agli uccelli od ai pesci. Ma qui nello scricciolo, e nel topolino nulla può condurre a supporre che ci troviamo agli estremi confini della possibilità di un organismo basato sullo scheletro interno. Non si può dunque supporre che l' abbandono dello scheletro interno sia cagionato dalla piccolezza di corporatura, tanto più che, come abbiam detto, vi sono parecchi animali articolati più grandi che non gli ultimi vertebrati. E sembra che per lo meno si potessero avere vertebrati che agissero come il *Goliathus* e il *Gedeon* ecc., senza che fosse stato mestieri introdurre un nuovo apparecchio, lo scheletro cioè dermoidale od esterno (2).

(1) Si vegga addietro pag. 225. pag. 284.

(2) È chiaro che ad un primo sguardo tutti gl' insetti che sono superiori di corporatura a questi graziosi piccoli vertebrati, quali la cinciallegra, il musaragno, il colibri ecc., potrebbero essere surrogati da animali a scheletro interno; come le funzioni di molti co-

Ciò posto, la *natura articolata* non sembra dunque imposta da una necessità meccanica.

Ma allora lo scheletro dermoidale si trova nell'organismo animale come un concetto interamente nuovo, nella introduzione del quale non vi è alcuna ragione di leggi meccaniche; di quelle leggi cioè che ci hanno illuminato sulla costituzione dei vertebrati. Si direbbe che è una intromissione arbitraria, ed una scelta a capriccio, che non ha un fondamento scientifico; o, se vuolsi, sarebbe questa una delle idee archetipe, delle quali, per quanto dicesi, l'uomo non ha ancora scrutato l'origine, e che hanno regolato l'organismo suddividendolo in molti rami o tipi, quali i vertebrati, gli articolati, i molluschi ecc. Il che per vero dire è abbastanza contradditorio colle deduzioni emerse dall'esame fatto da noi sulle estremità degli animali articolati. E la stessa dottrina degli atti di creazione indipendenti trovasi fortemente implicata in quest' alta quistione. Come spiegherà essa siffatto problema?

Non è dunque a fare le maraviglie se naturalmente nacque il pensiero di una dimanda, la quale a buon dritto ci è stata diretta, dicendoci: — Se la *ragione meccanica* ha regolato il fondo della costituzione ver-

leotteri, lepidotteri ecc. potrebbero, fino a un certo punto, essere disimpegnate da piccoli od anche piccolissimi vertebrati; salvo le considerazioni che vedremo in appresso.

tebrale, se ha regolato del pari l' intromissione di un tipo ucccello, di un tipo pesce, a lato ed in mancanza del tipo mammifero; quale *ragione meccanica* ha potuto indurre ad abbandonare il tipo vertebrato, per sostituirvi il tipo articolato?

Agevolmente si vede che questo è un salire alle più alte quistioni della zoologia, coll' arrischiarsi nella ricerca delle ragioni scientifiche che hanno potuto indurre ad abbandonare l' osteoscheletro, e che hanno condotto alla introduzione del dermoscheletro per una porzione sì grande del regno animale. Del pari credo che a noi non sia concesso, almeno attualmente, di scoprire le cause prime di siffatta mutazione. Ma alcune induzioni, se vuolsi di una importanza del tutto secondaria, possono appianare alquanto la via: la quale resterà tuttavolta senza dubbio per molto tempo aperta a più profondi studi.

Premettiamo anzitutto alquante considerazioni sulla influenza esercitata dallo scheletro dermoidale sul meccanismo dei movimenti. Tali considerazioni troveranno la loro applicazione in ciò che diremo più tardi.

Allorchè si è abbandonato lo scheletro osseo per sostituirvi uno scheletro esterno, non si ha più una colonna vertebrale; ed ecco un primo enunciato che poggia su di un fatto. Ma a tale enunciato consegue una induzione di eguale importanza, sebbene a prima giunta

non sia egualmente chiara; ed è che non si ha più colonna vertebrale possibile. Diffatti per una colonna vertebrale, come asse di forza dell' animale, occorrono pezzi solidi, uniti da legamenti, e intercalati da strati elastici. Ecco la definizione e la vera natura di qualsiasi colonna vertebrale, dall' uomo fino all' ultimo dei pesci. Ma nel caso particolare del nostro soggetto, può aggiungersi un' altra caratteristica: ed è che la catena di vertebre in quegli animali che ne sono forniti, non può mai mancare; che un animale non può farne di meno un solo istante; e che anzi essa deve esistere ed agire senza la menoma interruzione dal momento della nascita fino alla morte dell' individuo, poichè essa è l' asse ed il pezzo principale della macchina animale. Si potrà vivere privo di un dito o di un braccio; ma viver privo di una sola vertebra della colonna centrale, è impossibile.

Ora convien notare che questa costituzione fondamentale è in contraddizione colla natura articolata. Gli artropodi in diversi periodi della loro vita si spogliano da capo a piedi di tutta la loro corazza solida. Si sa che i granchi all' epoca della muta hanno due o tre giorni di forzato ritiro, perciocchè si trovano in uno stato di completa mollezza, come avviene della maggior parte degli insetti durante la loro metamorfosi. Questa *esuviabilità*, come la chiamava il Latreille, che è caratteristica degli insetti, dei crostacei, degli aracnidi, non è conciliabile colla permanenza di qualsiasi pezzo fondamentale, come sarebbe la colonna vertebrale, se facesse

parte dello scheletro dermoidale. D' altronde l' *esuviabilità* è imposta dalla necessità in cui trovansi questi animali di ampliarsi secondo l' età, e di proteggersi, nell' ingrandire, sotto pareti esterne più dilatate e più comode. Ma dal momento che tutto ciò che avvi di consistente e di solido nel corpo di un articolato è ridotto nello scheletro dermoidale, questa *esuviabilità* asporterebbe necessariamente ancora un complesso di pezzi solidi, ancorchè essi rappresentassero una colonna vertebrale. Una tale colonna negli articolati sarebbe una parte del dermoscheletro, e l' *esuviabilità* trascina seco tutto quanto ha relazione col dermoscheletro.

Per questa ragione non si comprende come fosse possibile dare all' architettura degli articolati un tronco fondamentale, simile alla spina dorsale dei vertebrati. La qual cosa, come può ben prevedersi, non va priva di conseguenze di grande momento, le quali noi esamineremo dopo aver fatto un' altra considerazione su questa quistione preliminare.

La colonna vertebrale ritrae la sua grande solidità da due elementi: e cioè dai larghi contatti de' suoi pezzi, e dai legamenti. Non posso diffondermi sull' analisi della colonna vertebrale; cosa che d' altronde trovasi in tutte le opere di anatomia. Mi ristringo a notare soltanto, come la condizione mercè della quale i pezzi vertebrali somministrano la forza e la resistenza alla colonna, è l' estensione delle loro faccie di contatto. Esse sono quasi

sempre discoidali o circolari; ma è sempre un disco o un circolo, i cui diametri hanno molta estensione. Dunque il corpo delle vertebre, o la sua parte veramente solida, presenta un massiccio di grandi dimensioni per ogni verso; e quindi le facce che tagliano questa massa anteriormente e posteriormente, si oppongono a quelle dei pezzi contigui per espansi contatti. Per questa cagione, e per l'aiuto dei legamenti, delle cartilagini ecc. viene somministrata alla spina dorsale la forza di un cilindro osseo, associata alla tenacità e flessibilità della corda.

Nulla trovo di simile nella corazza degli articolati. Da per tutto veggo una lamina più o meno solida, che circonda il corpo e s'avvolge in tubi per formare gli articoli delle estremità. Ma è sempre una struttura laminare, ossia, cosa che dipende dall'origine stessa dello scheletro esterno, sono gli strati dermoidali, localmente induriti. Ma io non so che trovisi mai in un insetto o in un granchio una massa, un tronco solido, o un cilindro compatto. Questa tendenza alla forma laminare, o per meglio dire questa natura fogliacea dello scudo degli articolati, esclude l'idea come anche la possibilità di una catena di pezzi massicci e solidi, paragonabili a quelli di una colonna vertebrale, le cui superfici di sezione fossero in caso di somministrare contrasti ed appoggi scambievoli.

Nelle vertebre dei più piccoli mammiferi, come quelle del musaragno, e dei piccolissimi uccelli quali sono i co-

libri, si trovano perfettamente rispettate le anzidette proprietà meccaniche delle vertebre, come si veggono conservate nei giganti di questa provincia del regno animale; e per dir tutto in una sola parola, tali proprietà meccaniche si riscontrano in tutti gli animali della provincia dei vertebrati. Dinanzi ad un fatto così essenziale per questi animali, si rimane sorpresi nel non vedersi nemanco la possibilità di queste qualità nello scheletro di un artropodo, piccolo o grande che sia, e ciò in causa della sua natura *essenzialmente laminiforme.*

Tuttavolta, come abbiamo detto, si è preteso di mettere lo scheletro dermoidale degli articolati a pari coll' osteoscheletro dei vertebrati. Di che si vede come non si sia posto mente ad una quantità di considerazioni, e fra le altre ad una differenza di funzione che si riferisce appunto a ciò che ora abbiamo detto. Chi è mai che non abbia osservato che le estremità degli insetti, dei crostacei ecc., sono aggruppate in un solo punto sotto il corpo: mentre le estremità degli animali vertebrati, quali la volpe, il bue, la lucertola ecc. sono ripartite in due paia distanti le une dalle altre? Ora queste diverse disposizioni delle parti si traggono dietro conseguenze molto notevoli sui movimenti dei due ordini di animali. I quadrupedi, a mo' d' esempio, si sorreggono sopra quattro colonne, le quali in causa della loro distanza offrono una grande base, che loro permette movimenti precisi, forti e snelli. Per contra-

rio gli artropodi avendo le loro estremità unite in un sol punto sotto il ventre, si trovano in bilico su questo stesso punto, e la loro base di sopporto ha dovuto essere ingrandita mediante l'allungamento e la divaricazione delle loro gambe. Il numero stesso di queste non è già solo di quattro, ma se ne veggono impiegate sei, otto, dieci ecc. Col numero si è supplito al difetto della ubicazione. Dunque gli artropodi sono come sospesi sul loro centro di gravità o a meglio dire nel mezzo della parte inferiore, trovandosi la loro testa ed il loro addome in equilibrio ai due estremi. Con ciò i loro movimenti sono molto circoscritti e poco sciolti; ed ognuno intende qual cosa diverrebbe un cane o un gatto se le sue quattro estremità fossero riunite insieme sotto il ventre, benchè si supponessero allungate e divaricate.

In tutto questo si ha forse una scelta capricciosa, o non piuttosto una conseguenza della necessità meccanica? — Vediamolo.

Sembra che la colonna vertebrale abbia reso possibile negli animali vertebrati la disposizione a distanza delle quattro estremità. Il fusto o asse, che è incaricato di sorreggere questi animali, dev' essere una forza valevole a resistere agli spostamenti prodotti dalle violenze delle estremità stesse durante il loro movimento. Ed infatti la colonna vertebrale è alla portata di rispondere a queste esigenze. Certamente, durante l'ordinaria ambulazione di un cane o di un cavallo, la resistenza del-

l'asse vertebrale non è molto impegnata, perchè l'azione delle estremità è ad un incirca concorde ed uniforme; ma non è la stessa cosa quando questi animali hanno da eseguire movimenti, che ne mettono le membra in funzioni dissonanti fra loro. Per siffatto disaccordo delle quattro estremità, l'unità come l'incolumità della macchina animale sarebbero allora messe a pericolo, ove non ci fosse la grande forza e la stabilità che è propria alla colonna vertebrale. Per converso il *Kanguroo* e il *Gerbille* appoggiati sopra una tal base d'operazione possono eseguire i loro enormi slanci; il leone dopo il suo salto improvviso può fermarsi immobile sulla preda che lotta; la gorilla può strozzare una vittima fra le sue braccia ecc. Ma queste operazioni che implicano movimenti di una forza talvolta straordinaria, e che sono eseguite da ciascun arto in modo diverso, vanno tutte a concentrarsi sull'asse vertebrale, che regge allora da padrone la macchina animale; esso la mette in salvo da qualsiasi pericolo, e la unifica in una sola azione fra le scosse prodotte dalle quattro estremità.

Lasciamo agli scienziati della scuola del Géoffroy St. Hilaire l'esporre i loro argomenti a dimostrare che un segmento di un artropode rappresenta una vertebra: ma, se la vertebra è l'elemento della colonna o dell' *asse di forza* della macchina animale, io temo grandemente che essi non verranno mai a capo della loro dimostrazione. La forma essenzialmente laminare

del dermoscheletro è in una fondamentale contraddizione con un confronto razionale fra la vertebra ed il segmento di un artropode. In virtù della riunione dei numerosi segmenti, come si osserva nella scolopendra, non si avrà mai un' asta di forza per formare un asse valevole a prestare un punto d' appoggio al corpo dell' animale. Tutti i segmenti si toccano, si combaciano, si innestano, ma non si tengono congiunti con tale solidità che possa mai paragonarsi a quella del contatto delle vertebre fra loro. Quantunque l' asse dorsale della scolopendra o dell' *Julus* ecc., risulti di venti o trenta segmenti, questo asse è tuttavia sempre debole e fragile a cagione della tenuità delle facce scambievolmente combacianti. Per conseguenza un paio di gambe collocato dietro la testa, e un altro paio posto all' estremità dell' addome di questi due animali, non somministrerebbero la menoma sicurezza nei loro movimenti. *Il nesso di congiunzione* fra le due paia di arti non sarebbe fornito nè di resistenza nè di forza competente.

Pur tuttavolta bisognava fornire di estremità gli artropodi, pel camminare e pel volo. Ora come fare se questo tipo degli articolati è sprovvisto della base del meccanismo, che rende possibile la traslazione ai quadrupedi, il volo agli uccelli ecc.? Se gli articoli dorsali del dermoscheletro non possono presentare nelle loro unioni la necessaria solidità per reggere le quattro estremità poste a distanza, si vede che anzitutto bisognava togliere di mezzo ogni articolo intermedio, e

render solido con un diretto contatto ed una unione bene stabile fra loro gli articoli che portano le estremità. La loro riunione peraltro può aversi in alcune parti; l' osserviamo presso al centro, ove il *prothorax*, il *mesothorax*, il *metathorax* costituiscono una cintura solida, su cui stanno le gambe e le ali. Queste tre parti non ritraggono la loro solidità dalle facce di opposizione vincolate da legamenti, ma bensì dallo innestarsi degli anelli reso più complicato da mille sinuosità, o da alcune fusioni dei pezzi fra loro.

Nullameno la costruzione di un artropode è sempre mancante di forza sul suo asse longitudinale, di guisa che per dotarlo di una forza in servizio dell' ambulazione e del volo è stato necessario stabilire un centro sottoventrale nel bel mezzo del corpo, mediante la riunione dei tre anelli, l' uno dei quali è sempre più grande e più solido, e tutti tre sono assai meglio innestati o collegati l' uno coll' altro.

L' asse dorso-lombare nei vertebrati gode in tutta la sua lunghezza di una grande forza: presenta dunque, sotto l' aspetto dei movimenti, una notevole superiorità nei vertebrati che negli articolati. Ma la mancanza o l' inferiorità di questi non è che una diretta conseguenza delle leggi meccaniche e fisiologiche applicate al dermoscheletro. D' onde risulta che conveniva o non addottare questo scheletro dermoidale, ovvero adottarlo colla sua natura, tale quale è possibile colle leggi fisio-

logiche, meccaniche ecc. Bisognava accettarlo, colla sua *impossibilità di somministrare un asse di forza vertebrale.*

Fatte queste osservazioni, omai resta chiarito che i vertebrati e gli articolati rappresentano due tipi differentissimi e molto disgiunti l' uno dall' altro. Non tenendo calcolo nemmeno delle differenze zoologiche o fisiologiche, rimane sempre una differenza fondamentale che mantiene disgiunti i due ordini per la costruzione organica (1). Del resto la differenza fra i due ordini non è da riferirsi solo al sistema di costruzione, ma sopratutto dipende dagli elementi costitutivi, vale a dire, dai *materiali* usati nella costruzione degli articolati. È evidente che quando si hanno delle ossa nel corpo di un animale per punti d' appoggio all' azione muscolare, si può disporre di forza, di resistenza, di rigidità; mentre con un dermoscheletro non si hanno che punti di unione di una potenza molto limitata, e l' orditura che ne risulta or più or meno è debole e fragile. La qual cosa non dipende solo dal genere di meccanismo applicato agli artropodi: no. La causa risiede molto più nell' intimo, e consiste in ciò, che con una incrostazione localizzata come è quella che è speciale degli insetti, dei crostacei, degli aracnidi ecc., non è possibile acquistare le qualità

(1) « Lo Strauss riguarda questi due sistemi (artropode e vertebrato) come al tutto differenti l' uno dall' altro ». *Bulletin Ferrussac.* T. 14. pag. 375.

dinamiche dell' osteoscheletro, nè formarne un' orditura imitativa. La differenza non è già istrumentale, o del lavoro, ma è una diversità della materia onde sono composti.

In conclusione risulta, che il tipo vertebrato ha una vera superiorità organogenica e dinamica a fronte del tipo articolato.

Ebbene, posto ciò, in qual modo la dottrina della creazione indipendente potrà spiegare questa introduzione, mentre si aveva già lo scheletro osseo? Per qual motivo si è abbandonato in una sì grande porzione del regno animale lo scheletro osseo, e vi si è sostituito lo scheletro dermoidale? Quali sono le necessità meccaniche o fisiologiche, che hanno condotto a siffatto cangiamento? Ecco riprodursi il primitivo problema, ancor più spiccato, se possibil fosse, di quello che non era da principio.

Cerchiamo dunque di muovere qualche passo verso codesta ricerca.

Per gittare fin da prima un poco di luce sul nostro cammino, mi è duopo anzitutto premettere un teorema, sul quale è necessità trovarsi d' accordo. Io considero il sistema della natura qual è di presente costituito, cioè co' suoi climi, con le sue fasi della vegetazione, con le alternative delle stagioni, colle sue cal-

me, e colle sue burrasche. Tutte queste condizioni necessariamente si impongono ad ogni vivente, alla vegetazione del pari che agli esseri animati. Non si può prescindere dalla considerazione di questi *elementi d'ordine già stabilito*, perchè non si saprebbe immaginare in qual modo si possa sfuggire ad esigenze di un ordine già stabilito, e sempre in perfetta attività. La vegetazione viene e scomparisce; il gelo sconcerta le piante del pari che gli animali. Le rondini emigrano in causa dello sparire degli insetti; le aringhe emigrano per deporre le uova sotto più confacente temperatura: gli insetti fitofagi seguono le fasi della vegetazione ecc. In tutti questi casi con ragione si dice, che la vita della rondine, dell'aringa, dell'insetto con siffatte vicissitudini e mutazioni, è la vita normale di codesti animali, o, che torna lo stesso, che la loro vita è *nell'ordine della natura*.

L'ordine della natura ha regole ed esigenze; perciò su queste esigenze fonderò a buon dritto, per quanto parmi, le considerazioni che sto per esporre.

Sembra che nella idea fondamentale o iniziale del tipo articolato domini il duplice principio della limitazione e della ripartizione dell'attività vitale. In moltissimi casi si osserva che l'attività sommamente affrettata in certi periodi della vita di un insetto è compresa in un ciclo, che molto presto ed inevitabilmente si chiude. Codesta attività si arresta ad intervalli, e ripiglia più tardi i suoi

slanci primitivi. Un bruco si trascina da un ramo in un altro a divorarne le foglie; una larva di melolonta abita sotterra per rodere le radici degli alberi ecc. Sono piccoli ciechi, che mangiano in fretta ciò che trovano a loro agio, senza lotta e combattimento. « Per una porzione dell'anno, dice il Blanchard (1), in questo piccolo mondo l'attività è senza pari. I bruchi e le larve divorano con avidità incomparabile, mangiano e rodono senza posa, dovendo farsi grandi nel più breve tempo possibile ». La loro nutrizione è come dire l'unico scopo di questo primo periodo della lor vita, essendo rimesse a tempo più lontano le cure della propagazione della specie. L'ultima funzione della vita della maggior parte degli insetti è la deposizione delle uova; codesto è per essi un limite insuperabile, a cui succede la morte. (2) — Dopo ciò la vita rientra nel sonno dell'uovo.

A fronte di questi fatti, i vertebrati si presentano ai nostri occhi con caratteri differenti. La morte per essi non è già la conseguenza della propagazione della specie. Giunta che sia l'età delle nozze, quasi ogni anno avvengono nuove deposizioni di uova, o nuovi parti. Il mantenimento della specie pei vertebrati è affidato a ripetute generazioni della medesima coppia, mentre negli insetti è affidato alla rapidità dei loro ac-

(1) Blanchard, *Métamorphoses des Insectes.*

(2) Blanchard o. c. pag. 5. « Les mères disparaissent de la scène après avoir assuré l'existance de chaque larve qui sortira des oeufs ».

crescimenti. Una coppia di cinciallegre nel corso di dieci anni fornisce da sè sola centocinquanta uova; dieci coppie d'insetti, supponendo che ciascuna deponga quindici uova, forniscono in dieci anni centocinquanta uova. Nel primo caso la deposizione delle uova si ripete annualmente da una medesima coppia; nel secondo invece sono le coppie che si rinnovano annualmente: ma in fin de' conti il prodotto per lo meno è eguale. Una farfalla od una cetonia non può vantarsi che di una sola generazione; ma nate che sieno nella primavera, proveggono alla generazione nell'estate, e poscia scompaiono.

Il corso di vita nei vertebrati è più ampio, più uniformemente progressivo e più continuato sopra un medesimo piano. L'infanzia, la giovinezza, l'età di mezzo, e la vecchiaia sono tutte evoluzioni progressive, sono un séguito di funzioni che uniformemente si succedono; poichè il cane, il piccione, la tinca ecc., sono sempre, in qualsiasi stadio di età, un cane, un piccione, una tinca; e rimangono sempre eguali, anche dopo aver dato opera a molte generazioni.

L'insetto, per lo contrario, non è mai bambino, nè giovane, nè vecchio; la debolezza puerile come la impotenza senile non sono conosciute nella sua stirpe ed in ogni stadio della sua vita trovasi capace della missione assegnatagli per quel dato tempo. Esso dee cibarsi di vegetabili, e li mangia appena uscito dall'uovo siccome quando è prossimo alla sua metamorfosi. Col mangiare si fa grande rapidamente, i suoi integumenti di larva

addivenuti ristretti gli cadono di dosso, e vengono surrogati da altri. L'attività e il movimento dell' animale si sospende tutto d'un tratto, perchè allora deve compiersi un' altra fase di riposo e d' inerzia, che è la metamorfosi. Subentra in fine un periodo della massima energia, che, meno alcune eccezioni, dà luogo ad una sola generazione, dopo la quale ogni operosità cessa, come cessa la stessa esistenza dell' animale.

Si è detto che la specie trova un rifugio nell' uovo. Questo è vero, tanto pei vertebrati ovipari, quanto per gli articolati nell' uovo la vita dorme per tutti. Il cardellino depone le uova, le cova, e dopo l' uscita de' suoi piccoli ha l' incarico di alimentarli. Una farfalla depone le sue uova, e tosto le abbandona, affidandone lo sviluppo alle condizioni climatologiche del luogo. La covatura del gardellino avviene subito dopo la deposizione delle uova; e la nascita dei piccoli accade dopo brevissimo tempo. Certamente nè gli uccelli nè i rettili od i pesci possono passare da un anno all' altro rifugiati dentro l' uovo.

La stagione invernale essi la passano sempre nello stato di animali viventi e attivi, e non già dentro le loro uova; cotalchè la superficie della terra non resta mai priva di questi animali. In qualsiasi stadio dell' anno esistono mammiferi, uccelli, rettili, pesci, e, se nei rigidi climi sono costretti intanarsi od emigrare, resta vero tuttavolta che la loro esistenza, viva ed operosa, non iscomparisce giammai. Fra i vertebrati ovipari non

c'è mai un periodo, in cui l'intera generazione sia morta, ossia, se vuolsi, addormentata nell'uovo. I vecchi ed i neonati sempre si trovano insieme al medesimo pasto, ed il movimento e l'attività della lor vita non abbandona mai la superficie della terra. Guai se si giunge a dire che ogni individuo di un tale mammifero o di un tale uccello sia morto! Quel giorno in cui una specie vertebrata sospenda la sua presenza di vitalità sulla terra, essa è una *specie perduta*. Tale è la storia del *Megatherium*, del *Dinornis* e di un numero grandissimo di altri. In quell'istante in cui si è potuto asserire che l'ultimo *Dodo* era stato ucciso nell'isola Maurizio, quell'uccello è scomparso per sempre.

All'incontro in certe stagioni dell'anno può dirsi che tutte le farfalle sono morte, che tutte le melolonte sono scomparse. Ma che importa ciò? Eccole ricomparire alla nuova stagione, e ogni fiore ne è pieno. Esse hanno passato l'inverno nascoste nell'uovo, oppure nella larva (1); e la loro ricomparsa è immanchevole al sopravvenire della primavera. Il sonno della vita in questo stato può essere protratto a molti mesi per gli insetti, del pari che a molti secoli pei semi di vegetabili.

(1) « Nell'uovo la specie si nasconde per resistere al freddo dell'inverno ». Intorno a questo argomento possono vedersi molte eccellenti osservazioni in Van Beneden. *Bulletin Acad. R. de Belgique* 1858. T. v. pag. 584.

Abbiamo detto che anche pei vertebrati c'è un periodo di vita latente; ciò nullameno è di brevissima durata, e corrisponde al tempo dell'incubazione. Pare che nella natura di questi animali la *continuazione* dell'energia vitale sia una condizione assoluta. Tanto è vero che un ritardo ancorchè minimo nella evoluzione della nuova generazione, fa cessare l'esistenza della specie.

Tra una farfalla ed il suo discendente vi è un abisso occupato dall'uovo, dalla larva e dalla metamorforsi, ed in tutto questo tempo la terra è priva di codesti amici dei fiori. Per converso, le generazioni di un uccello si intrecciano e si sormontano l'una all'altra: giovani e vecchi, avoli e pronipoti vivono tutti insieme, e ad ogni istante si ha la loro presenza, come l'operosità loro sulla terra.

Da quanto si è detto risulta, che uno de' più spiccati caratteri della vita degli insetti, a fronte dei vertebrati, è la *temporaneità*. Limitata la loro esistenza ad alcuni mesi, ovvero a pochi giorni, essa è suddivisa in ristrettissime fasi, ed ognuna di queste è molto diversa dall'altre. La comparsa degli insetti è una vera improvvisata, come la lor vita è una carriera accelerata ed efimera. La vita dei vertebrati non ha questi periodi staccati; si svolge uniformemente, e, ciò che è più, le manca la possibilità di una sospensione a lungo protratta nella sua carriera, sotto forma d'uovo o di vita latente.

Sembrami che ora apparisca ben chiaro, che il lungo periodo della vita latente degl' insetti, la sollecitudine del loro crescere e riprodursi, sono tutte necessità imposte dall' ordine di natura qual è stabilito. Ma parimente è chiaro, che con siffatte necessità il tipo vertebrato sarebbe in disaccordo e incompatibile; e che piccoli vertebrati non potrebbero sostituire il *Goliathus*, il *Gedeon*, o la *Saturnia* del pero ecc. Più generalmente parlando il tipo *vertebrato* in questo caso non può sostituire il tipo *articolato* (1).

Se v' abbia un caso nel quale i piccoli viventi debbano rimanere nello stato di germe assopito nell' uovo, ad aspettare la ricomparsa del loro cibo per mesi; un vertebrato non può prendere il posto di un insetto. La distanza biologica dei genitori dai loro discendenti, ovvero la indipendenza della vita dei neonati dalla loro madre, non è certamente retaggio dei vertebrati.

Essendo il tipo vertebrato nella impossibilità di soddisfare a molte funzioni richieste dall' armonia uni-

(1) Mi giova ripetere che le osservazioni che qui espongo non sono che primi pensieri nella grande questione della idea fondamentale del tipo articolato: e conosco che queste considerazioni non comprendono ancora nè la questione in tutto il suo insieme, nè la generalità degli esseri che a questo tipo appartengono; non per questo cessan di esser vere le induzioni fatte pei casi speciali, nè mancano di importanza per la soluzione generale del problema.

versale, ha bisognato metterlo da banda, e introdurre un nuovo tipo che fosse in accordo colle esigenze del mondo ambiente.

Sarebbe mai questo il tipo *articolato?* Confido che la strada di ricerca che verremo esplorando, ci servirà di aiuto a meglio conoscere la nostra posizione.

Fatta astrazione dai batraci, i vertebrati nascono tutti simili ai loro genitori, eccetto le metamorfosi dell' età e del sesso. L' uccello nasce uccello e vive uccello; e se è di rapina, mangia la carne in ogni stadio della sua vita. Una testuggine, un serpente, un pesce muoiono quali sono nati. Un uccello, che abbia la vita esposta a mille pericoli, non può a meno di collocare la sua prole nelle stesse condizioni, nei medesimi pericoli, nelle stesse eventualità, di mezzo alle quali anch' esso si trova. Gli è impossibile sottrarre i suoi piccoli alla lotta che ogni essere vivente deve sostenere, scampandoli ad esempio in un altro *elemento*, ovvero collocandolo in condizioni più favorevoli. I vertebrati, per isfuggire alle inclemenze del clima, non hanno altro spediente che quello dell' emigrazione, o del sonno letargico: codesti due spedienti sono concessi soltanto ad un piccol numero, perchè pochi godono dei sufficienti mezzi di viaggiare, ed anche il sonno ha i suoi limiti, non essendo a tutti possibile il dormire tre quarti dell' anno. Questa è la cagione per cui molte specie di vertebrati dimorano in regioni circoscritte, le cui condizioni annuali rendono ad essi possibile la vita.

A riscontro di questa pagina biologica dei vertebrati, poniamone un' altra per gli insetti.

Deboli e delicati come sono, richieggono climi assai dolci, ciò non di meno essi popolano la Lapponia, la Siberia ecc. Onde è ciò mai? Per questo, che, se abbisognano di un clima temperato, si contentano peraltro di pochi mesi buoni, che trovano ancora nei paesi freddi. Una larva che vivrebbe tutto l' anno in Sicilia e in Ispagna, nella Norvegia vive solo nei mesi di estate. Gl' insetti sono accomodati non già ai paesi, ma bensì alla stagione del paese che loro conviene. Sono accomodati a quella porzione dell' anno che è buona nel paese, e nella quale essi trovano le condizioni convenienti per la loro vita. Questa parte dell' anno basta per essi, ma non sarebbe sufficente pei vertebrati; poichè questi, quando vivono in un paese, debbono sopportare tutti i cangiamenti di stagioni che vi regnano; e molto di sovente i vertebrati vi soccombono, mentre gl' insetti usufruiscono delle stagioni quella parte che è loro confacente. Questa, come ben si vede, è una scelta; ma per isceglière in cotal modo, bisogna poter disporre del proprio tempo, vivere solo i mesi buoni, e nascondersi nell' uovo al sopravvenire della cattiva stagione. Gl' insetti, come ognun vede, hanno questa possibilità, perchè vivono a comparse passeggiere, alternanti con una vita latente, e nel sonno.

Per quanto risguarda le forme esterne, tutti cono-

scono quanta differenza corra fra una larva ed un insetto allo stato perfetto. Il carattere principale della prima, è la *mancanza di tutti i mezzi di trasporto*, eccetto gl' indispensabili per l' atto del cibarsi, o più esplicitamente per la conservazione dell' individuo. Le larve sono attaccate e fisse il più che sia possibile a quell' albero, a quel corpo, a quel posto in cui trovasi il loro cibo. Un carattere diametralmente opposto ha l' animale quando è completo: esso fruisce allora dei mezzi *i più copiosi di traslazione*, ma proporzionati sempre alla più ampia e sicura diffusione della nuova generazione. Il passaggio dal primo al secondo stadio, o la metamorfosi, alle volte dunque è molto grande e profonda. Il piccolo nasce sotto l' aspetto di larva vermiforme, e muore farfalla, mosca d' oro, o zanzara.

Il genere di cibo è cangiato a seconda dell' età, ed una mosca che vive all' aperto che succhia liquori prelibati, che è insidiata dal ragno e presa dalla rondine ecc., depone poi i suoi piccoli sopra un cadavere, al sicuro di tutti quei pericoli a cui essa era esposta. Le larve delle zanzare vivono nelle acque stagnanti, mentre poi allo stato adulto si aggirano per l' aria, e pungono gli animali per suggerne il sangue. Da ciò si conosce che l' *habitat* di questi animali è differentissimo nella prima età da quello dello stato perfetto. I genitori trasportano i loro piccoli in un altro *elemento*, o in altre condizioni, e così li possono sottrarre ai pericoli della lotta a pro' dell' esistenza. Infine quando l' imperversare delle stagioni devasta i paesi, la generazione

futura, come abbiamo detto poc'anzi, racchiusa nell'uovo, sfida qualsiasi anche grave pericolo.

Quindi noi veggiamo gl'insetti deboli e piccoli come sono, e incapaci di vivere fuorchè in mitissime condizioni, fatti poi idonei ad abitare gli aspri climi della Svezia, della Siberia ecc. L'unica condizione imposta loro è questa, che vivano cioè di una vita latente, che dimorino nell'uovo o nella crisalide al sopravvenire delle brine, e che ricompariscano nella buona stagione. Tre mesi mangiando e nove dormendo, o in perfetta inazione: ecco tutta la storia di molti ordini degli insetti. Non potevano tali condizioni essere osservate dai vertebrati; all'opposto sono molto opportunamente concesse agli artropodi; e così è stato risolto il problema, di popolare con una numerosa famiglia di piccoli animali certe regioni, che in via ordinaria sarebbero inabitabili pei vertebrati.

Ci resta ancora una considerazione di alta importanza, che emerge da quanto siamo venuti esponendo. Quantunque il ciclo della vita degl'insetti si chiuda in un ristrettissimo spazio di tempo, tuttavolta fa d'uopo che in questo medesimo tempo si compia tanto la carriera individuale quanto la propagazione della specie. Così avviene diffatti. Negl'insetti tutto cammina con sollecitudine; si direbbe che sono incalzati come il viaggiatore delle Alpi dall'uragano che sopravviene. Le due carriere non possono compiersi senza mutazioni o profondissime metamorfosi. L'abbiamo già detto: gli insetti

debbono con sollecitudine passare per lo stato di larva, di crisalide; e ciò che più monta, la farfalla, la mosca d'oro, la mosca comune debbono tutte uscire dalla loro crisalide, come dalla testa di Giove uscì Minerva armata di tutto punto. Durante la metamorfosi l'insetto deve assumere organi che prima non aveva, la maggior parte dei quali richiede corde e punti di appoggio, o a dir meglio nuove parti molli e solide, indispensabili pei movimenti che prima non aveva bisogno di eseguire. Da ciò si conosce che per fornire all'improvviso punti solidi alle corde motrici per animali, che pochi momenti prima non erano più che un grumo di polpa molle, l'indurimento o l'incrostazione degli integumenti è così bene acconcia, perchè si può produrre con sollecitudine; ma questo non sarebbe certamente il caso di far ricorso ad uno scheletro interno od osseo. Uno scheletro dermoidale infatti nel suo completo sviluppo si manifesta come una repentina comparsa. L'indurirsi della pelle dell'animale, distesa dalla metamorfosi sotto forme nuove, è cosa di pochissimo tempo. Il breve tempo di tre giorni che il granchio sta nascosto, impiegandolo a riprendere la solidità del suo astuccio, dopo aver subìto la muta, ci dimostra con quanta prestezza avvenga l'indurimento della pelle degli articolati. Ad uno scarafaggio che esce dalla sua crisalide tutto flaccido e molle, bastano alquante ore di calore solare e di contatto coll'atmosfera, perchè acquisti una corazza cornea e resistente, ali e gambe rotonde e robuste ecc., che possibile rendono all'insetto di librarsi a volo o di lanciarsi alla corsa.

Dunque lo scheletro dermoidale è quasi improvvisato.

E, sia detto qui di passaggio, lo scheletro esterno oltre ad essere *improvvisato*, è anche *provvisorio*, perocchè tutti gl' insetti che trovansi nello stato perfetto ordinariamente agiscono per pochi giorni. Queste due qualità, come ognun vede, si confanno ad un dermoscheletro, che può essere assunto e abbandonato colla massima facilità; ma in queste condizioni uno scheletro interno sarebbe un fuor d' opera.

La vita improvvisata di un animale qualsiasi, che sia limitato a vivere tre o quattro mesi, richiede che dalla *uscita dall' uovo* alla *deposizione delle uova* tutto debba compiersi in questo breve lasso di tempo. Uno scheletro osseo dovrebbe pertanto svilupparsi, ingrandirsi, farsi solido nel corso di questo tempo. All' uscire dall' uovo lo scheletro comincerebbe a formarsi, e dopo cento giorni dovrebbe sostenere tutta la ginnastica dell' animale adulto che attenderebbe alla propagazione della specie. Ora questa rapidità è dessa conforme alla natura dello scheletro osseo? I fisiologi la riterranno cosa possibile? — Per me, nulla dico; ma propongo solo una domanda.

La proprietà che ha lo scheletro esterno di essere transitorio, conviene molto bene alle fasi transitorie degl' insetti. Allorchè questi animali sono nello stato di larva, esso somministra loro alcune volte dei pezzi

resistenti alla bocca per rodere; ne siano esempio il *Cossus ligniperda* (1), le cetonie ecc. Inoltre lo scheletro somministra a questi stessi animali, un corsaletto, e gambe ed ali di molta forza, che prima non avevano. Ma le prime parti sono scomparse, e le ultime sono una creazione interamente nuova. Codesta armonia, o codeste mutazioni nelle diverse età di questi animali, non sarebbero sperabili certamente con uno scheletro osseo. In opposizione al carattere essenziale del dermoscheletro, cioè la transitorietà, lo scheletro interno presenta dunque una grande lentezza per formarsi, ed una notevole *stabilità* quando sia costituito.

Infine facendo ritorno alla primitiva nostra questione, vale a dire, quale sia la ragione meccanica o fisiologica che ha potuto consigliare l'abbandono del tipo *vertebrato* per dar luogo al tipo *articolato;* si può aspettare una soluzione sia dalla Teoria della discendenza, sia dalla dottrina della creazione indipendente. Diffatti tutte e due sono chiamate a risolvere un problema del pari interessante per l'una e per l'altra.

(1) Tutti conoscono la bella farfalla chiamata *Cossus ligniperda*, la cui larva purtroppo è ben nota agli agronomi pei danni che reca agli alberi coltivati. Questa larva, ha la bocca armata di parti capaci di tagliare il legno e di scavarsi dei cunicoli. Ma tali parti robuste e taglienti sono date *ad tempus*, perchè dopo che hanno servito durante la prima età, l'animale perfetto ne resta spogliato come di cose inutili al nuovo suo stato.

Quanto abbiamo detto fin qui sul conto degli animali articolati, è la pura esposizione dei fatti che si riferiscono più o meno direttamente alla natura degli esseri appartenenti a questo medesimo tipo articolato, come anche al tipo vertebrato, senza aver più riguardo all' una che all' altra delle due teorie. Ma queste stesse osservazioni, benchè siano, come ho già detto, di un ordine secondario, forniscono alcuni antecedenti alle due scuole, i quali serviranno alla soluzione di questo capitale problema.

Per quanto concerne i trasformisti, essi alla lor volta faranno ciò che loro conviene; per essi la strada è già segnata. Essi hanno da dimostrare un plausibile passaggio fra il tipo articolato e gli altri tipi.

La dottrina delle creazioni indipendenti ha un altro mandato da compiere. Essa deve cercare se un Creatore indipendente ha avuto ragioni scientifiche per adottare il tipo articolato. Affine dunque di scoprire una piccola parte di questo problema, ci fa duopo riassumere ciò che abbiam veduto or ora.

Sino a dimostrazione contraria, una potenza creatrice, per quanto indipendente si supponga, mentre opera entro all' ordine della natura attuale da essa stabilito non può voler agire in contrario all' ordine stesso. Sempre l' *intensum frigus adurit*, sempre la combustione distruggerà la vita, come la distrugge la mancanza di luce. Ora, alla superficie della terra

abbiamo regioni, i cui climi per molta parte dell'anno non sono confacenti alla vita degli animali; fu dunque necessità aggiustare gli animali ai luoghi. I primi geli della Groenlandia e della Siberia fanno allontanare gli animali emigranti, come anche fanno scomparire, tranne pochissime eccezioni, tutti i vegetabili e gli animali. In queste plaghe gelate tutto è deserto, e la morte vi regna per otto mesi d'inverno. Ma ciò che merita peculiare attenzione si è, che la morte e il deserto vi regnerebbero, quanto alla fauna, ancora nei mesi della mite stagione, se esistessero solamente vertebrati terrestri sedentari. Tuttavolta un mezzo per mantenere qualche po' di vita in quei paraggi, o a dir meglio per fare ricomparire la vita in quelle disabitate regioni, non manca certamente ad ogni occasione in cui la vita divenga possibile. Ed il mezzo si è di scampare un numero di animali fuori delle condizioni esiziali, nasconderli cioè pel tempo del freddo entro l'uovo o nella crisalide; in codesti due stati la vita è sospesa, e ciò che più monta, e merita più attenta riflessione, si è che codesto stato di vita *non richiede nulla dal suo mondo ambiente.* Con ciò è pur reso possibile il fatto dell'improvvisarsi una vita attiva, gaia e festevole pei paesi naturalmente inabitabili.

Per conseguenza anche nei mesi della bella stagione, la vita non può durare che per brevissimo spazio di tempo, solo per qualche mese; e nel corso di questi mesi bisogna *formare* l'individuo, e assicu-

rare la propagazione della specie. In un corso di vita così ristretto, così diviso dalle metamorfosi, e tanto incalzato da differenti lavori, come mai potrebbe immaginarsi la formazione di uno scheletro osseo? Da ciò si vede sorgere la necessità di formare una intelaiatura di parti solide sì ma passeggere, col mezzo dell' incrostarsi degl' integumenti. Ecco il dermoscheletro colle sue conseguenze, quali la mancanza di una colonna vertebrale, la riunione delle estremità in un gruppo sotto il ventre, ed in generale la mancanza di una base solida di resistenza, ma coll' immenso vantaggio di improvvisare uno scheletro in poche ore, e di poterlo mutare colla massima facilità da una forma in un'altra.

L' avere adottato il dermoscheletro, ed abbandonato lo scheletro osseo, è una *necessità fisiologica*: ma la *necessità meccanica* alla sua volta compie ciò che rimaneva a farsi. Le forme e il congegno delle parti anulari e tubulari degli artropodi sono determinati e regolati dalle leggi meccaniche, egualmente sicure ed egualmente rigorose, come quelle che hanno regolato le parti dello scheletro interno.

E questa parmi una legittima conseguenza di quanto abbiamo detto; cioè, che la introduzione dello scheletro tegumentare nel Regno animale, non è un' arbitraria invenzione, od una introduzione bizzarra.

Ciò posto, considerando sotto il punto di vista delle due dottrine codesta conseguenza che abbiamo ora in-

dicata, essa quadra assai bene, come passiamo a vedere, col piano fondamentale della creazione indipendente; e quanto alla teoria della discendenza, essa dal canto suo recherà alla scienza quei lumi che troverà opportuno di addurre.

Non era possibile che una potenza creatrice, la quale si proponesse di popolare la terra per ogni dove, si attenesse puramente a quelle forme animali, cui è concesso vivere là dove la mitezza del clima, il quotidiano alimento ecc., fanno della terra un *habitat* per una vita agiata e continua. Per le regioni meno favorite faceva d'uopo trovare una natura biologica, capace di resistere alle difficoltà del luogo, e specialmente alla interruzione delle condizioni della vita. Conveniva introdurre animali, la cui vita potesse sopportare interruzioni nella energia vitale, sincrone alle variazioni del mondo ambiente, e che fossero forniti della facoltà di giovarsi dei periodi, per quanto siano brevi, di condizioni vitali. Bisognava dunque introdurre forme animali, capaci di vivere momentaneamente durante i favorevoli periodi; di vivere di una vita frettolosa ed efimera, regolata da metamorfosi; e bisognava inoltre somministrare ad essi una vita latente, per proteggerli dai geli e dalle intemperie. Infine questa potenza creatrice doveva fornirli di una straordinaria attività, per assicurare in brevissimo spazio di tempo il formarsi dell'individuo ed il conservarsi della specie.

La creazione degli esseri provvisti di queste qua-

lità rientra bensì nel piano generale di una creazione indipendente, e l'attuazione di forme animali fornite di queste qualità non sarebbe che una fase da porre a lato della creazione del tipo vertebrato. I caratteri distintivi di questo, sono la continuità della energia vitale e la durata dello scheletro osseo; i caratteri distintivi degli articolati, sono la precarietà dell'energia vitale e la esuviabilità del dermoscheletro, ovvero lo scheletro improvvisato. Ma in entrambi questi tipi trovasi al fondo la ragione fisiologica e la ragione meccanica, le quali hanno ordinato le due creazioni in rapporto coll'ordine di natura quale trovasi ora costituito.

Donde emerge l'armonia di origine degli esseri, del pari che l'armonia nel continuarsi degli esseri; ma non già un'armonia ad arbitrio, nè a caso, bensì un'armonia razionale e scientifica.

Ecco la spiegazione che trae la dottrina delle creazioni indipendenti dall'esame di questi stessi atti: essa trova che sono indipendenti gli uni dagli altri, ma che poi sono tutti egualmente il prodotto di una suprema intelligenza, la quale ha agito con scienza e scelta (1)

(1) Se si rinunzia a questo fondamento, del rapporto cioè fra la vita temporanea dell'animale e la temporaneità delle stagioni che permette quella vita, che cosa rimane? Questo rapporto combina bensì col concetto di un preveduto piano generale e prestabilito, ma non rientra nella via servile della selezione inconsapevole. — D'altronde sono dolente di non aver potuto per ora risalire a

Qualche trasformista ha tentato di risolvere il problema dei rapporti che passano fra gli articolati e gli altri tipi. Recentissimamente l' Haeckel ha consacrato alla parentela degli articolati un capitolo della sua grande opera che porta per titolo — *Histoire de la Création des êtres organisés d' après les lois naturelles.* — Verosimilmente questo lavoro sarà il riassunto di quanto è stato detto su questo argomento dai trasformisti; e siccome vi scorgiamo per entro la maniera di esprimersi e le dimostrazioni della scuola trasformista, così è troppo necessario averne conoscenza.

« Ora . . . ci occuperemo, dice l' Haeckel (1), del quinto gruppo il più elevato fra gli invertebrati, vale a dire degli articolati o artropodi. » Egli stabilisce dapprima i loro rapporti coi vermi « . . . . i grandi segmenti del corpo sono assai più visibilmente divisi che nei vermi anellati. I vermi articolati si avvicinano siffattamente agli artropodi, che torna assai difficile distinguerli esattamente. . . . La forma tanto caratteristica del sistema nervoso centrale, che si chiama midollo spinale ventrale . . . , ed altri fatti, tendono ancora a

quelle quistioni più elevate, che abbracciano nella loro generalità tutti gli articolati. Un diverso ordine di considerazioni sarà senza dubbio applicabile agli articolati che non hanno metamorfosi così profonde, nè una vita efimera, nè un *habitat* in regioni fredde, cose che dovranno essere argomento di altre ricerche.

(1) Haeckel. *Histoire de la Création des êtres organisés d' après les lois naturelles.* Paris 1874 pag. 481.

stabilire che gli artropodi sono provenuti dai vermi articolati, ma molto tardi. I loro più prossimi parenti nella classe dei vermi sono verosimilmente i rotiferi, o gli anellidi. »

« Senza dubbio è probabile che gli artropodi discendano dai vermi articolati, ma non si potrebbe assicurare che l'intero gruppo degli artropodi provenga da un unico stipite dei colelminti. Per esempio si è indotti a credere, che gli artropodi branchiati e gli artropodi tracheati (1) sieno usciti ciascuno da un distinto ramo dei vermi articolati. Ciò nullameno si può provvisoriamente considerare come verosimile, che i due grandi gruppi degli artropodi discendano da un solo e medesimo gruppo dei colelminti. Bisognerebbe allora ammettere che gl'insetti a trachea, gli aracnidi ed i miriapodi fossero rami staccati assai più in ritardo dal gruppo dei crostacei branchiali. »

Abbenchè questi dubbi vengano a disturbare le parentele prossime degli articolati, « ciò nullameno, prosegue l'Haeckel, si può in via generica delineare con abbastanza chiarezza l'albero genealogico degli artropodi, consultando la paleontologia, l'anatomia comparata, e l'ontogenia delle loro quattro sottoclassi; ma qui, come da per tutto c'è ancora una grande oscurità

(1) Esempio dei branchiati sono i crostacei, e dei tracheati gli insetti.

nei particolari. Tuttavolta quando l'embriologia individuale di ciascuno dei gruppi presi separatamente sia stata abbastanza studiata, verrà sempre più a dileguarsi codesta oscurità. Per ora la cosa meglio conosciuta, sotto questo rapporto, è l'embriologia dei crostacei. L'ontogenia di questi animali è sopra ogni credere interessante, e come quella dei vertebrati ci delinea con precisione i lineamenti essenziali della storia o della filogenia dell'intero gruppo ».

Notiamo che qui, come dappertutto nella teoria della discendenza, si ha sempre molta oscurità nei particolari. Altrove abbiamo riportato molti esempi di tale oscurità. Due cause pertanto possono spiegare queste tenebre, che trovansi colà al fondo nella regione dei particolari; l'una è che i trasformisti non se ne sono realmente occupati; la seconda, che hanno sempre sfuggito prudentemente di occuparsene, perchè i particolari pongono allo scoperto differenze là dove essi hanno bisogno di rilevare avvicinamenti e passaggi. D'altra parte attenderemo che le scienze ausiliari vengano a dissipare codeste oscurità. In attesa di ciò siamo ben lieti che l'ontologia o l'embriogenia ci illuminino sulla origine degli articolati. Attingiamo dunque da queste i lumi che ponno somministrarci.

« La forma tipica comune a tutti i crostacei, e che, nel maggior numero dei crostacei attuali, si mostra ancora all'uscire dall'uovo, è sempre la medesima;

la forma cioè detta *Nauplius* (1). Questo notevole tipo primitivo è caratterizzato da una segmentazione rudimentale; il più delle volte il corpo è un disco rotondo, ovale o piriforme, e porta sul suo lato ventrale soltanto tre coppie di zampe. Due di queste coppie, la seconda e la terza, sono biforcate. Al dinanzi e al di sotto dell' orifizio buccale trovasi un occhio unico. Benchè i diversi ordini dei crostacei molto differiscano fra loro per la struttura del corpo e delle appendici, ciò nullameno la loro larva naupliforme non varia mai essenzialmente. » Per convincerne i suoi lettori, l' Haeckel presenta loro la figura di sei crostacei, che appartengono a sei diversi ordini, allo stato embrionale ed allo stato adulto. Non si può a meno di far le meraviglie per la grande somiglianza delle larve, e per la differenza che corre fra gli adulti. Dopo ciò, esso prosegue: « Abbiamo dunque diritto di conchiudere, che tutti questi ordini discendono da un medesimo tipo di crostaceo primitivo, il quale essenzialmente doveva somigliare al *Nauplius* attuale. L' albero genealogico posto qui a riscontro palesa come possa figurarsi approssimativamente la discendenza partendo dal tipo *Nauplius*.... Le cinque famiglie dei crostacei inferiori *(Entomostraca)* sono usciti come rami divergenti del tipo *Nauplius*.... È verosimile che questa singolare *Zoea* abbia dato origine all' ordine degli schizopodi.... I granchi o i brachiuri sono usciti più

(1) Haeckel. o. c. pag. 483.

tardi (dai gammari) durante il periodo cretaceo per riassorbimento della coda ».

L'ontogenia di questi animali traccia precisamente, come ognun vede, i tratti essenziali della storia dell'intero gruppo dei crostacei. Almeno così si dice.

Dopo i crostacei sono comparsi sul mondo i tracheati (aracnidi, miriapodi, insetti) « i quali sono stati fino dalla origine animali terrestri.... Siccome trovansi già negli strati carboniferi avanzi fossili di aracnidi, e d'insetti, codesta circostanza permette di stabilire con una certa esattezza la data di questa origine. Tra la fine del periodo siluriano ed il principio del periodo carbonifero... si sono mostrati i primi tracheati che provennero dai crostacei del genere dei *Zoea* ».

« Il Gegenbaur si è sforzato di spiegare con una ingegnosa ipotesi l'origine dei tracheati. Il sistema delle trachee e le modificazioni che ne derivano nell'organismo distinguono sì nettamente gli insetti, i miriapodi e gli aracnidi dal restante degli animali, che la quistione della loro primitiva origine non è certamente di piccolo impaccio alla filogenia. Secondo il Gegenbaur, fra tutti gli attuali tracheati gli archipteri (1) sono quelli che meno si allontanano dalla forma del ceppo, da cui sono scaturiti tutti i tracheati. Nella loro prima età, allo stato di larva, questi insetti ai quali appartengono le delicate efemere e le agili libellule, sono

(1) Haeckel, o. c. pag. 487.

muniti di branchie-trachee esterne, di forma fogliacea o pennicillata, e disposte in doppia serie sui lati del dorso dell' animale. In molti crostacei ed anellidi troviamo degli organi analoghi, e che agiscono come veri organi della respirazione acquatica, a guisa di branchie. Negli stessi anellidi queste branchie-trachee sono vere estremità dorsali. Verosimilmente le branchie-trachee che si trovano nelle larve di molti archipteri, debbono considerarsi come estremità dorsali del medesimo genere, e senza dubbio provengono da estremità analoghe degli anellidi, ovvero di crostacei già da gran tempo estinti. Soltanto più tardi la respirazione perfettamente tracheana dei tracheati è provenuta dalla respirazione tracheo-branchiale. Per quanto risguarda le branchie-trachee, le une sono scomparse, le altre si sono metamorfizzate, e sono addivenute poi le ali degli insetti ».

Non v' ha dubbio che le trachee sieno un vero imbarazzo per la Teoria della discendenza; perocchè le trachee si mostrano nel Regno animale come un organismo isolato, del quale torna difficile spiegare la derivazione per piccoli passaggi dagli altri sistemi respiratori, quali sono i polmoni e le branchie. Ma forsechè questo è l' unico problema non decifrabile per quella Teoria? Il dermoscheletro, e molti altri organismi (1) non sono in questa stessa condizione? — Bisogna tut-

(1) Si vegga addietro pag. 370 e seg.

tavolta prender nota di questa confessione dell'Haeckel, per istabilire che l'imbarazzo esistente per la Teoria dei trasformisti non esiste già per la Dottrina delle creazioni indipendenti. Diffatti per questa i polmoni, le branchie, le trachee, il sistema acquifero od altri sono tanti prodotti della *grande arte*, per la quale occorrono soltanto due condizioni, e cioè che questi organismi sieno richiesti per completare l'animale, e che sieno in accordo colle leggi fisiologiche, meccaniche ecc.

Fra gl'insetti, ve ne ha taluni che mordono, ed altri che lambiscono. « Fra quelli che mordono, dice l'Haeckel, e senza dubbio nell'ordine degli archipteri o pseudoneuropteri, bisogna cercare i tipi più primitivi, quelli che di presente si avvicinano ognor più alla forma arcaica (ancestrale) di tutta la classe, e probabilmente di tutti i tracheati. In questo gruppo trovansi anzi tutte le efemere, le cui larve acquatiche verosimilmente ci raffigurano nelle loro branchie-trachee gli organi onde sono provenute le ali degli insetti (1) ». « Le ali che servono a distinguere così precisamente gl'insetti dagli altri artropodi, probabilmente sono il risultato della metamorfosi delle branchie-trachee, delle quali noi possiamo riscontrar un saggio anche nelle larve acquatiche delle efemere (2) ».

(1) Haeckel o. c. pag. 494.
(2) Haeckel o. c. pag. 492.

« L' ordine degl' insetti che lambiscono *(lambentia)* comprende l' interessante gruppo degli imenotteri. A questo gruppo appartengono quegl' insetti, i quali, sia per l' alto grado di ciò che può chiamarsi la loro civiltà, sia per una suddivisione di lavoro molto avanzata, sia per la costituzione di comunità o di stati, sono giunti ad uno sviluppo intellettuale sorprendente, ad una tale gagliardia di carattere, che lasciano dietro a sè non solamente la maggior parte degli invertebrati, ma buon numero ancora di animali in genere. Questo gruppo comprende le formiche, le api, le vespe scavatrici... ecc. Gl' imenotteri verosimilmente provengono da un ramo degli archipteri o dei neuropteri ».

L' Haeckel tributa un elogio ben giusto a questi animali, a cui per altro fu reso fino dalla più remota antichità. — *Vade ad formicam piger* — *Apes laborem tolerant, opera conficiunt, rempublicam habent, consilia privatim, ac duces gregatim; et quod maxime mirum sit, mores habent* (1): così si esprime Plinio. Qui dunque la scienza antica e la moderna si dànno la mano. Bisogna ben persuadersi che questi pregi fanno propendere grandemente la bilancia delle affinità zoologiche verso un senso determinato nella quistione dell' origine e della discendenza di questi animali!

Tutta volta io non so intendere quello sviluppo maraviglioso intellettuale che l' Haeckel scorge nelle

(1) Plinio. *Nat. Hist.* Lib. XI. C. v.

api. È forse perchè egli attribuisce loro il merito della forma geometrica, che hanno gli alveoli del favo? Conviene crederlo, poichè è chiaro che l'Haeckel conosce molto bene che se l'ape fosse un istrumento cieco nella sua costruzione non avrebbe alcun merito nel suo lavoro (1). Allora cessa ogni maraviglia, perchè in questo caso il merito è dovuto ad altri; cioè bisogna risalire fino alla causa che ha fatto l'ape.

Dietro gli elogi che l'Haeckel si è piaciuto di prodigare agli imenotteri, bisogna dunque credere che egli si riferisca ancora a quella maraviglia di lavoro geometrico che è il favo; e che, quantunque sembri dissimularlo, egli accordi loro il merito geometrico di quella architettura come effetto del *sorprendente loro sviluppo intellettuale.* Senza di ciò, potrebbe mai dirsi che

(1) Egli sa per certo come nella scienza sia usato anche un altro linguaggio, che aveva il duplice vantaggio di appartenere ad uno scienziato di primo ordine, e di essere molto esplicito. « Un impulso innato guida queste deboli creature senza che esse lo sappiano, e fa che compiano alla cieca lavori delicati, complessi ed ammirabilmente calcolati per ottenere un risultato remoto del quale non hanno la minima cognizione » (H. Milne Edwards. *Physiol.* T. IX. pag. 288). — Favre racconta nelle sue mirabili osservazioni sugli *Sphex* che avendo egli sottratto l'un dopo l'altro tutti i ragni ed i grilli intorpiditi che uno *Sphex* portava alla sua cella, vide l'animale chiuderla dopo avervi posta l'ultima vittima. Tuttavolta là dentro non era rimasto che l'uovo ed un ragno. — Ecco qui un piccolo cieco, direbbe H. Milne Edwards; e noi potremo dire: — ecco un povero stordito!

codesti insetti — *si lasciano addietro la maggior parte dei vertebrati?* — Ma in tal caso il merito che loro si attribuisce sarebbe molto grande, perchè bisognerebbe supporre in questi piccoli esseri la cognizione e la pratica dei principii di geometria, che trovansi applicati negli alveoli. D' altra parte l' Haeckel dovrebbe rammentarsi che, per lui e per tutti i trasformisti, gl' imenotteri sono aspiranti, od esseri in via di progresso.

Dovrebbe rammentarsi ancora che alla costruzione di un' opera di geometria elevata, quale è il favo, non si giunge di primo tratto. Studi e tentativi sono inevitabili preliminari per chi deve acquistare ciò che dianzi non aveva: e nella famiglia delle vespe e dei melliferi dovrebbero trovarsi favi eseguiti da maestri, ed altri da inesperti apprendisti. Pertanto è un fatto abbastanza singolare, che non se ne trovi alcuno di questi ultimi.

Parmi piuttosto che qui siamo nel caso che mi narrò un Signore mio amico. Visitava egli la grande officina Krupp, e vide da uno degli ultimi lavoranti eseguire un pezzo (che era però sempre il medesimo che faceva) di un concetto e di una esecuzione ammirabili. Egli richiese quell' operaio in qual modo avesse trovato quelle facce, quelle curve, quegli angoli così bene appropriati; e gli disse: — Voi certamente avete cognizioni di elevata meccanica. — Ah Signore! rispose il lavorante, non conosco nemmeno qual pezzo io faccia; mi fu insegnato soltanto di eseguirlo. — Il visitatore allora comprese

che la scienza era più in alto, e che quivi non si avea che un' *accurata esecuzione di semplice lavorante.*

Sarà difficile all' Haeckel il provare che questo non sia il caso delle api (1).

Rispetto poi a qualche altro ordine d' insetti, ecco come egli ne esprime l' origine. « I ditteri debbono essere derivati dagli emipteri per l' atrofia delle ali posteriori; in essi le ali anteriori sono le sole perfettamente sviluppate (2) ». — « L' ottavo ed ultimo ordine degli insetti, il solo in cui trovansi vere trombe aspiranti, è l' ordine dei Lepidotteri. Sotto molti rapporti morfologici esso sembra il gruppo più perfetto degl' insetti; perciò si è sviluppato più tardi. Siccome avvi stretta parentela fra una tignuola, una notturna ed alcuni lepidotteri friganidi, così è verosimile che i lepidotteri di questo gruppo siano provenuti dall' ordine dei neuropteri ».

Così l' Haeckel. Ma di quale perfezione intende egli parlare? Forsechè dunque ci sono insetti perfetti, ed al-

(1) Non converrebbe a dir vero, confondere il frutto di un lavoro intellettuale o scientifico con una esecuzione materiale. In un organetto che suona una melodia del Verdi o del Rossini non c' è neppure il merito della perfetta esecuzione; questa è dovuta al meccanico, mentre poi il mirabile concetto musicale è del Rossini o del Verdi. *Unicuique suum.* — L'.Haeckel attribuirebbe forse all' ape il sapere di Archimede o di Euclide? « Ci vorrebbe dell' ardimento a ciò », direbbe Géoffroy St. Hilaire.

(2) Haeckel, o. c. pag. 496.

tri imperfetti? Sarebbe desiderabile che di questi ultimi ne indicasse anche *un solo*. Forse che la cicindela, nella sua vivacità e nella sua tremenda voracità, non ha nel suo genere tanta perfezione quanta ne ha una *argynnis* od una *sphynx?* Un' ape e una formica, tanto lodate, non valgono forse quanto un lepidottero?

Dopo avere compiuta la dimostrazione, che abbiamo riferita in riassunto, l' Haeckel conchiude così dirigendosi a' suoi uditori: « Voi vedete che la gran legge delle differenziazioni e del perfezionamento, necessaria conseguenza della selezione naturale, ci rende ragione dei tratti essenziali della storia della classe degl' insetti, ed anche di quelle dell' intero gruppo degli artropodi ecc. ».

Riflettendo sopra questa dimostrazione fornitaci dall' Haeckel, ho dimandato a me stesso: Risiede dunque in ciò il fondamento scientifico della teoria trasformistica? Non si hanno dunque in suo appoggio prove migliori? E se la teoria ne aveva, per qual mai ragione il dotto Professore di Jena le avrebbe dimenticate?

Quindi mi sono fatta anche questa dimanda: Si farebb' egli simile buon viso ai difensori della creazione indipendente, se si presentassero al cospetto degli scienziati con dimostrazioni di tal fatta?

Debbo confessare, che trovandomi occupato nelle

ricerche dapprima esposte intorno agli articolati, lessi con peculiare interesse nell' opera dell' Haeckel, tostochè mi giunse, l' articolo che si riferisce a questo ramo zoologico. Dopo averlo letto ho creduto di sognare. Non mi aspettava mai di vedere la quistione dell' origine degli articolati per selezione trattata con una leggerezza e con un vuoto scientifico sì grande, per parte di uno Scienziato a cui le scienze vanno debitrici di tanti e sì pregevoli lavori.

Per quanto abbiamo esposto in questo articolo, le due dottrine della discendenza e della creazione indipendente sono infine a riscontro l' una coll' altra sotto il rapporto dell' origine degli artropodi. Mi asterrò dall' istituire il benchè menomo parallelo fra queste due dottrine, conoscendo benissimo di non aver potuto dare che una piccola parte all' una di esse mediante le osservazioni sopra riportate; giacchè, debbo pur ripeterlo, queste non sono che un primo passo, anzi un millesimo di quel molto che si potrebbe aggiungere in seguito di migliori studî; massime poi che queste non risguardano che punti puramente secondari nella quistione generale. — Tuttavolta con questi primi dati e questi cenni iniziali ogni Lettore è in grado di conoscere dove trovisi la osservazione della Natura e dove la divinazione, per quanto sia piena di spirito e di ingegno.

Sembra, a dir vero, che l' Haeckel abbia dimenticato, come questo problema della origine, o derivazione

degli artropodi, seguendo le idee stesse trasformistiche, si basi sulla anatomia, sulla zoologia e sulla fisiologia; e che osservazioni fondate su queste scienze sarebbero certamente degne di un grande Naturalista. — Qualcuno crede che il colpo d'occhio fermo e penetrante dei grandi ingegni possa dispensarli dalle minute osservazioni. Sia pure: ma c'è un male; avviene cioè, che, quando si abbandona la via sicura di una coscienziosa osservazione, per abbandonarsi ai voli dell'ingegno, due o quattro osservatori mettono in luce due o quattro differenti teorie: e noi vediamo, con danno della scienza trovarsi queste teorie fra loro in quell'accordo in cui fu detto essersi trovati già i primitivi elementi della Natura, quando — *frigida pugnabant calidis, humentia siccis* (1).

(1) Sovra un punto però i Trasformisti si sono trovati in accordo, quello cioè di stabilire il metodo di esporre la loro dottrina: metodo che già da oltre a dieci anni essi hanno definitivamente adottato. Chiunque scorra un libro che tratti della *discendenza* degli esseri organizzati crede di trovare, sin da principio, le prove e le dimostrazioni di questa Teoria contro la quale esistono pur anche degli increduli. Ma i trasformisti non si occupano già di ciò; poichè essi danno la discendenza degli esseri organizzati come un fatto fuori da qualsiasi discussione, e come una nozione indiscutibile. Stabilito così come determinato questo punto fondamentale, ogni lor cura si volge a trovare rapporti, affinità, passaggi fra gli esseri naturali e fra gli stessi organismi. Fanno ogni possibile per coordinare gli esseri secondo queste pretese affinità, per applicare ad ogni costo gli esseri alla Teoria. Una sì abile

La scienza odierna, divenuta severa, fa buon viso e dà il massimo pregio alle osservazioni positive; ma

stategia si scuopre assai bene leggendo le opere moderne, ma essa è posta in chiaro più manifestamente dalla confessione fatta da un distinto scienziato l'O. Schmidt, (*Descendance et Darwinisme* pag. 221) che così si esprime. « Noi dunque rivendicheremo per la teoria della discendenza un diritto sul quale principalmente si fondano i progressi della scienza, vale a dire, di dirigere le nostre ricerche secondo certi punti di viste determinate, e di tener per anticipazione come vera la rassomiglianza, rimanendo sempre nei limiti della ipotesi scientifica.... Noi facciamo ancora uso di un altro diritto che abbiamo di costituire gli alberi d'origine (arbres-souces) destinati a tracciare la via delle ricerche.... » — Dal che chiaro apparisce che i trasformisti prendono per *vero* ciò che essi reputano *verosimile*. Per essi la *discendenza* è verosimile, dunque si può assumere come vera; l'assumono diffatti. Egli è un partito preso, un punto di partensa già assicurato, ed il loro silenzio mostra la loro fermezza su questo argomento. Ogni loro attività si impiega dunque a disporre gli esseri organizzati per comporre ciò che essi chiamano alberi di origine. Mille volte essi trovano in questo lavoro degli *hyatus*, delle dissonanze, delle differenze, ed insuperabili difficoltà; è allora che viene a scomporsi l'accordo e l'unità di vedute. Affine di sorpassare questi punti neri, e di spianare la via, essi ricorrono a spiegazioni edotte dalla forza dell'ingegno, e dalla copia di cognizioni di cui vanno forniti. La divisione entra così nel campo trasformista: perchè una difficoltà, un *hyatus* che da uno scienziato è spiegata per ψ, un altro invece la spiega per $\varkappa$, come un terzo forse per ω.

Parmi che il metodo sia illogico, perchè « una ipotesi non può mai servire di base ad un sistema scientifico, dice il Büchner. (*Force et matière* pag. 323): e principalmente poi perchè bisogna

respinge le immaginazioni, ancorchè sieno concepite dal più côlto ingegno.

Forse l'opera dell'Haeckel si mostrerà più solida negli altri capitoli, che non conosco ancora. Essi potranno fornirci argomento di altre considerazioni.

Non voglio peraltro far rimprovero all'Haeckel dell'aver così male servito una quistione di tanto rilievo. Sarebbe cosa ingiusta opporre al Professore di Jena ciò, di cui è responsabile in fin de' conti la scuola alla quale esso appartiene, e senza dubbio più i suoi maestri che non egli stesso. Diffatti l'Haeckel non ha osato di avventurarsi pel cammino delle analogie fra lo scheletro interno e il dermoidale, quanto lo ha fatto il Géoffroy St. Hilaire. Chi avvi che non conosca i lavori di questo celebre scienziato, e la famosa discussione che ebbe luogo circa un mezzo secolo fa tra lui ed il Cuvier nella Accademia delle Scienze di Parigi? L'ardimento delle vedute del Géoffroy St. Hilaire a

prendere per punto di partenza una *verità* che sia o già dimostrata, ovvero evidente, lo che non è certamente ancora il caso della *discendenza.*

Del resto nei ravvicinamenti e nelle affinità che si annunziano la scienza vi ha senza dubbio la sua parte, ma assai di sovente un gran posto è concesso altresì alla poesia.

Questo è un nuovo indirizzo che si dà alla scienza: ed è quel medesimo che si è già iniziato per la paleontologia. I futuri studi diranno quale sia il valore di questo metodo.

questo proposito farà sempre stupire; ma fa più maraviglia ancora, che egli si sia abbandonato a quei ravvicinamenti che siamo per esporre mentre dava quel memorabile avviso: « L'analogia è consigliera; ci si rifletta bene, per temerne la seduzione e l'abuso » (1).

Il Géoffroy St. Hilaire ha trattato direttamente e senza mistero la seguente quistione, cioè: quale è *la vertebra nei crostacei,* e che cosa è *lo scheletro esterno?*

Dopo quanto abbiam detto più addietro, risguardo alla colonna vertebrale, è cosa un po' curiosa il vedere come siasi potuto condurre la nozione degli strati corticali degli artropodi sino a parificarne i segmenti al grado di una vertebra di un mammifero o di un uccello ecc. Ecco il ragionamento, che il Géoffroy St. Hilaire ha proposto su questo particolare agli scienziati:

« Quale idea convien farsi di una vertebra? »

« Ciascuna vertebra da principio è formata da quattro punti ossei (2) molto distanti dapprima, e che a poco a poco prendono poi la forma di una lamina rettango-

(1) *Annales générales des Sciences physiques*, T. 3. pag. 177.

(2) Géoffroy St. Hilaire volendo provare che attorno alla vertebra ogni parte ossea è divisa in numero di quattro, analizza una estremità anteriore; e trova quattro centri ossei nella spalla, quattro nell'omero, e quattro nell' avambraccio. Pel carpo si ha un dop-

lare allungata, si distendono attorno al midollo spinale riunendosi in un anello » (1).

« Fermiamoci qui, dice il Géoffroy St. Hilaire, prima che la vertebra, percorsi avendo i diversi periodi delle formazioni organiche, sia giunta al suo maggiore sviluppo ».

Fermiamoci qui, diremo noi pure alla nostra volta, per dimandare quale ragione vi sia di prendere in esame la vertebra quando è soltanto rudimentale. Se

pio numero quaternario, vale a dire otto pezzi, e si ha « una riunione di quattro falangi nelle dita, perchè il metacarpo ne fa parte come le altre ». — Lo sia pure; ma nel pollice non sono che tre pezzi, vale a dire un metacarpo e due falangi; ciò nulla meno « la proposizione, dice il Géoffroy St. Hilaire, si estende altresì al pollice, in cui un osso sesamoidale occupa il posto della falange che dicesi mancante ». — Ecco tutto compiuto e bene aggiustato. Se non che si trova un sesamoideo al dito mignolo: dunque vi si avranno cinque pezzi ossei? No. — Spesso si hanno tre sesamoidei al pollice; dunque avremo sei pezzi al pollice e non quattro? No. Questi pezzi sopranumerari sono lasciati in disparte, e in questa circostanza non se ne tien conto, salvo però di richiamarli e portarli innanzi ogni qual volta se ne avesse opportunità.

Bisogna convenire, che qui c'è dell'ingegno e che coll'ingegno si fa tutto. — Diffatti qual problema, quale difficoltà potrà sottrarsi alla irresistibile forza di siffatti calcoli? Questa è un'arte molto ben conosciuta dai Trasformisti: la dottrina della creazione indipendente non ha ancora avuto bisogno di usufruirne. Tuttavolta essa è un'arte di incontestabile comodità.

(1) *Annales générales de physique,* 1820 T. 4. pag. 104.

volete indicare successivamente ad uno ad uno tutti i periodi di formazione, per meglio conoscere il processo di evoluzione che conduce la vertebra dallo stato rudimentale al suo completo svolgimento, e la conduce ad essere *ciò che è,* la cosa è giusta, e non c'è nulla a ridire: ma se questo si fa per prendere a considerare la vertebra nello stato rudimentale, e trarre da ciò conseguenze di rapporti fra questa nel suo inizio, ed altre parti interamente sviluppate; allora vi è difetto di ragionamento. In fatti, se esaminando una macchina molto complessa prendeste in esame soltanto quattro ruote, o quattro pezzi, e diceste: — Fermiamoci qui — per trarne un confronto con un'altra macchina semplice, la quale ne' suoi quattro pezzi è completa ed agisce; l'artefice costruttore vi guarderebbe in viso con sorpresa, e vi direbbe: — Signore, quella non è ancora la macchina. In tale stato essa è ancor *nulla;* e l'altra nella sua semplicità è già *tutto.* La prima, incompleta come trovasi, non può agire menomamente; l'altra invece agisce secondo la sua natura. Sono due cose *non comparabili;* qual conclusione potreste ritrarne?

Non neghiamo al Géoffroy St. Hilaire il diritto di fermarsi ove gli piaccia; ma peraltro abbiamo diritto di chiedergli per qual ragione vuole fermarsi a questo punto, dappoichè esso dice: « secondo che io penso, dopo questo rudimento annulare, lo sviluppo della vertebra non deve aver più che conseguenze secondarie ». A quanto sembra, e secondo le viste del Géoffroy St.

Hilaire, non vi è altra parte costituente la vertebra, che l'anello formato dai quattro pezzi; tutto il rimanente è accessorio, o, come egli dice, non sono altro che conseguenze secondarie. Qualcuno potrebbe notargli che questo è un *gratis asseritur*. Io convengo che una tale osservazione forse non potrebbe molto piacergli; ma sarebbe assai peggio se si dicesse che è una asserzione spoglia affatto di verità (1). In una vertebra si possono mai considerare cose acessorie, il corpo della vertebra, le facce articolari, le apofisi ecc., e considerare come essenziale soltanto la parte annulare? Per qual ragione restringere la costituzione fondamentale della vertebra alle sole pareti del tubo midollare? È soltanto questa parte che ha funzioni da compiere? Egli è pur cognito a tutti, che due sono le funzioni principali che spettano ad una vertebra: l'una è di somministrare *protezione* alla midolla spinale, l'altra di formare l'*asse di forza* dello scheletro dell'animale. Per certe vertebre questa seconda funzione non è la principale, mentre per altre è l'unica? Le vertebre coccigee del bue, del leone,

(1) Sembra che questo scienziato siasi condannato da sè per quanto vien riferito di lui. « Una vertebra perfettamente sviluppata è composta, secondo il Géoffroy St. Hilaire, di nove pezzi elementari, e cioè: uno centrale chiamato cicleale di forma ordinariamente circolare, due coppie di pezzi collocati al di sopra del cicleale » ecc. ecc. (Dictionnaire classique d'Hist. natur. art. *Squelette* pag. 603). — Ecco l'esatta descrizione della vertebra. Nove sono i pezzi elementari che la compongono, e non già *uno essenziale* ed *otto accessorii* o secondari.

dell' *ateles* ecc., eccettuate le prime, non hanno verun canale midollare; e per contrario il corpo di queste vertebre è sviluppatissimo, come sono molto espanse le facce di opposizione di una vertebra coll' altra. La qualità nelle vertebre di servire all' *asse di forza*, è una qualità generale per tutta la serie delle vertebre; mentre l' altra di servire a contenere il midollo allungato è cosa parziale, vale a dire è propria soltanta di alcune. Per qual ragione dunque dimenticare la prima condizione, e tener solo a calcolo questa seconda?

Come ognun vede, l' esame che qui è stato fatto dal Géoffroy St. Hilaire sulla vertebra è incompleto, perchè egli non ha considerato nella totalità il suo soggetto. Se avesse preso per termine di confronto lo stato embrionale di ogni vertebra, non avrebbe certamente detto che la parte *essenziale* è la parte annulare, poichè non avrebbe mai trovato questa parte nelle vertebre caudali.

Infine non ha egli visto il Géoffroy St. Hilaire che l' apparire dei quattro pezzi cicleani e di quelli ch' egli chiama secondari non è altro che un semplice giuoco di anticipazione e di ritardo d' ossificazione per pezzi che hanno tutti una uguale importanza organica? Ognuno conosce che l' ossificazione nella mano dell' uomo non si produce tutta in una volta, e che i primi ad ossificarsi sono quei pezzi che entrano in azione prima degli altri; il che certamente non dà diritto a veruno di giu-

dicare che alcuni di quei pezzi sono essenziali ed altri accessori o secondari. Il piramidale è essenziale per la mano del pari che il capitato; eppure il primo è anche una cartilagine molti mesi dopo che il secondo è già ossificato.

D' altronde il Géoffroy St. Hilaire non lascia ambiguità nel suo concetto. Ecco ciò ch' egli dice « . . . . consideriamo il momento in cui la vertebra dovrebbe acquistare i prolungamenti, o come dicesi, le diverse apofisi, le quali moltiplicheranno le condizioni della sua esistenza, le procureranno al di fuori nuove relazioni, e la mariteranno con tutto ciò che la circonda ». Questo non è fare un giusto apprezzamento dei fatti. Colle diverse apofisi non si moltiplicano le condizioni di esistenza di una vertebra: con ciò, puramente e semplicemente si *costituisce la sua esistenza.* Una vertebra di mammifero o di uccello, senza apofisi, senza corpo, senza facce articolari, non è già una vertebra; semprechè si intenda con tal nome un organo, il quale debba insieme colle altre vertebre comporre la colonna o l' asse rachidiano di forza del corpo dell' animale.

Questo celebre Scienziato fa sulla vertebra una singolare distinzione di parti; un anello laminare, ecco la vertebra: alla quale poi si aggiungono prolungamenti ch' essa deve ricevere in appresso; parti per lui secondarie od accessorie. Ma la più chiara espressione del suo concetto è quella frase « che si *marita* la vertebra con tutto ciò che la circonda ». Si può per vero

maritare una giovane perchè essa è già: e si può ancora non maritarla. Ma se avete una vertebra, che non sia *maritata* alle apofisi, alle facce articolari ecc., allora che cosa avete voi? Non avete che una debole protezione per la midolla rachidiana, sufficiente per un feto ne' primordi della sua vita intrauterina (1): ma a che sarebbe buona pel fanciullo o per l'adulto?

Per chi segua le viste dell'anatomia, come altresì quelle della embriologia, credo che sia una strana maniera di fare l'esame della vertebra, il dividerlo in due ordini di considerazioni. Se non si aspetta che un organo acquisti il suo sviluppo, si va incontro a curiosi equivoci: sopratutto poi se vogliansi fondare sullo stato embrionale confronti con altri organismi differenti, i quali abbiano raggiunto il loro completo sviluppo.

Ridotta che sia la nozione della vertebra, secondo il St. Hilaire, a quanto vi è di radicale, o a quanto potrebbe esserne considerato come il fondamento, cioè la parte cicleale, « se noi rivolgiamo la nostra attenzione ai gammari ed ai granchi, prosegue egli, noi non vediamo alcuna notevole mutazione. Ogni segmento si compone di quattro parti elementari.... Ogni seg-

(1) « . . . . quando la vertebra è anche in un grande stato di semplicità, e limitata ad una sola funzione, è appena un astuccio annulare, una specie di collare pei segmenti del prolungamento rachidiano ».

mento corrisponde dunque in quanto alla sua composizione ad una vera vertebra: gli stessi numeri di pezzi, il medesimo andamento nell' ordine progressivo dell' organismo, lo stesso genere di articolazione, la medesima disposizione annulare, gli stessi spazi vuoti nel centro ». — Non mi curerò delle figure più che rettoriche che trovansi in questo passo dello scrittore francese; ma non posso passarmi dal riflettere su quella frase gittatavi per entro, cioè che avvi *un medesimo genere di articolazione.* Forsechè si ha un medesimo genere di articolazione nelle vertebre ossee, e nei segmenti degli artropodi? O s' intende forse, che si trova uno stesso genere di articolazione tanto nei segmenti dei crostacei, quanto fra le vertebre allo stato annulare ed embrionale? Ma qual genere di articolazione v' è mai in codesto stato, in cui i pezzi non hanno ancora verun contatto fra loro?

Sembrerebbe che molto grave difficoltà si presentasse nel riflettere che il canale osseo della vertebra racchiude quasi esclusivamente la midolla spinale, mentre che il segmento degli artropodi contiene tutte le parti molli. Questa è una difficoltà reale per coloro che pretendono di ravvicinare codesti due organi. Ma non è, a quanto sembra, una difficoltà pel Géoffroy St. Hilaire, giacchè egli ci spiega il suo concetto semplicissimo nel modo seguente.

« Il carattere principale della vertebra degli insetti apiropodi (a molte estremità) si è un foro rachidiano

molto più considerevole: e la conseguenza che ne deriva si è, che uno spazio maggiore diventa disponibile ad essere occupato per ogni altra cosa, oltre i gangli nervosi del prolungamento midollare. Chi riempirà questo gran vuoto? Bisognerà bene che siano gli oggetti che circondano la vertebra.... tutto ciò che serve di corteggio ad una vertebra, i vasi sanguigni, i muscoli della spina, e il canale intestinale ».

Ecco a dir vero una dimostrazione molto semplice e perfettamente intelligibile. Ma ciò che non s'intende, o, a meglio esprimerci, ciò che torna incomprensibile, è la causa che ha determinato la descritta trasposizione dei visceri. Ma dove è la gradazione fra gli animali, ossia il passaggio da uno ad un altro di questi organismi così disparati?

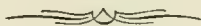
Bisogna ammettere che il Géoffroy St. Hilaire fosse di facilissima contentatura. Egli è rimasto pienamente persuaso da siffatte dimostrazioni, che lo scheletro osteologico e il dermoidale sono una stessa cosa, modificata peraltro o variata. Ma ciò che riesce molto più singolare è questo, che egli credeva di aver persuaso anche gli altri, cosicchè domandava che da ora innanzi fosse dato uno stesso nome ai due organismi. — « Ora non sarebbe egli forse superfluo il concludere, che, se negli animali delle classi superiori si è dato nome di colonna vertebrale alla serie delle vertebre, bisogna addottare altresì la stesso vocabolo per un complesso di parti disposte nel medesimo modo e con una struttura piena-

mente analoga per tutti i pezzi ond' è composto il guscio degli insetti apiropodi? » (1).

Ancora più mirabile è il fatto, che i trasformisti stessi sembrano forniti di codesta buona contentatura, giacchè, confessandosi seguaci della *scuola*, a detta loro, *filosofica del Géoffroy St. Hilaire*, citano questo celebre Scienziato, ed ammettono le sue conseguenze come conclusioni già provate (2). Maggiormente poi è notevole siffatta contentatura in coloro, che sono tanto esi-

(1) Géoffroy St. Hilaire, o. c. pag. 119.

(2) Come esempio di questa facilità di contentarsi delle prime sembianze; si può addurre il passo seguente: « La maggior parte dèi vertebrati ci presenta al torace delle appendici esterne, che da prima sembrano essere uniche per ogni lato. Pur tuttavolta nelle prime nostre ricerche sulla uniformità organica siamo rimasti colpiti dalla correlazione di questo numero di cinque membra nei crostacei, e di cinque dita nell' uomo e nella maggior parte dei mammiferi e degli stessi rettili. Considerando che le membra del gammaro terminano con un unico dito.... siamo stati condotti a chiedere a noi stessi, se confondendosi nella lor base potessero rappresentare un braccio, ed una mano » (Dugés. *Conformité organique* pag. 43). E più innanzi « noi vediamo la saldatura delle cinque appendici elementari essere tanto più perfetta, quanto più da vicino si risale alla loro origine sul tronco; non avvi che un solo omero, poi due ossa nell' avambraccio, tre alla prima serie del carpo, quattro alla seconda, cinque al metacarpo ma circondate ancora di carne e di pelle, finalmente cinque ma libere nelle dita.... » (o. c.) — Un dotto inglese direbbe a questo proposito che queste sono *supposizioni violenti*. (Brougham).

genti, e che declamano cotanto contro le prove recate dalla dottrina della Creazione indipendente. Rimarrebbe a sapersi, se qualora fossero proposte da questa dottrina dimostrazioni della natura di quelle esposte dal Géoffroy St. Hilaire, esse verrebbero poi accettate come prove attendibili dai Trasformisti. Se ciò fosse, potrebbero ben risparmiarsi le penose ricerche, del genere di quelle per esempio che abbiamo fatte sul carpo dell'uomo e degli animali, e che ci parvero rigorosamente richieste da una quistione scientifica di sì grave momento; e sarebbesi potuto seguire allora una via più facile e più piacevole, come quella che osa affidare la soluzione di un problema a voli di fantasia. Ma la dottrina delle creazioni indipendenti non procede in codesta maniera: essa per quanto è possibile si attiene ad una osservazione positiva e ad un severo e logico ragionamento; e per conseguenza in queste dimostrazioni del Géoffroy St. Hilaire padre da noi riferite, lasciato intatto l'incontestabile merito di uno Scienziato così distinto, essa non riscontra nè vera scienza nè osservazione di fatti reali.

LA DOTTRINA TELEOLOGICA

ED IL MIO LIBRO

La prima volta che questo libro è uscito in pubblico ha avuto il rimprovero di essere un affigliato della scuola teleologica, ossia delle cause finali. Questo rimprovero verrà ora sempre più rafforzato dopo quanto è stato detto sul TIPO DEGLI ARTICOLATI. Ma si ha torto di farci un titolo di biasimo perchè talvolta abbiam fatto risaltare gli scopi che conseguono dalle costruzioni organiche. In questo metodo di osservare io non trovo cosa, a dir vero, che sia censurabile giacchè, per codesto riguardo potrei felicitarmi che il mio libro è secondo la scuola di Darwin, di Wallace, e di altri scienziati, contro i quali non si è osato mai dirigere parole di biasimo a motivo della lor fede teleologica. Coloro che traggono il mio libro su questo terreno hanno certamente dimenticato le importanti viste teleologiche dell' opera *Origine delle specie:* non che quell' altre del Wallace, che sono di uno slancio inimitabile; quali ad esempio — che le mosche del genere *Volucella* rassomigliano alle api affine di introdursi

furtivamente nell' alveare, e deporvi le uova (1), assumendo una specie di mimica non rara negli insetti, e spinta ad un tale grado di minutezza, che sembra manifestare l' intenzione d' ingannare l' osservatore (2); od anche « le ali del Dodo, dell' Apterix, e del Moa sono divenute rudimentali assai probabilmente in causa della mancanza di quadrupedi carnivori nei loro paesi »; ed infine « le eliconidi protette dall' acre odore loro proprio, non essendo costrette a fuggirsene d' innanzi ad un nemico,... hanno il volo lento » (3) ecc. A tutto questo non si dà veruna noia, e ciò che è assai più, tali osservazioni vennero da vari maestri della scienza giudicate molto buone. Per qual ragione dunque non si troverà ammissibile quanto io dico, e cioè che le leggi di equilibrio non permettono che una cingallegra sia mammifero, perocchè quando la femmina si trovasse prossima al parto sarebbe caricata del peso di venti piccoli, i quali le renderebbero impossibile l' equilibrio necessario pel volo (4); ovvero che, sempre

(1) Wallace. *Sélection naturelle* pag. 74. — Come mai la *Galleria cerella* non ha ancora pensato a procurarsi essa pure forme imitative? E sì che aveva dinanzi modelli senza dubbio assai buoni: ad esempio la *Sesia apiformis*, farfalla con sembianza di ape. Non pertanto la *Galleria cerella* penetra purtroppo liberamente, benchè tanto riconoscibile, nei favi delle api.

(2) Wallace, o. c. pag. 75.

(3) Wallace, o. c. pag. 79.

(4) Si vegga addietro pag. 287.

per eguale motivo, la parte posteriore del corpo di un pipistrello debbe essere atrofizzata? (1) Quale sarebbe la ragione per rigettare l'osservazione che le ossa sesamoidali della tigre sono parti essenziali per l'ambulazione, mentre immaginando che non vi fossero si supporrebbe con ciò un organismo insussistente? (2) Come potrebbesi mai muover dubbio che la deficenza del cubito nel braccio del pipistrello abbia per effetto di togliere la rotazione della sua mano, la quale sarebbe in contradizione col volo?

È cosa deplorevole che sotto il nome di teleologia si confondano due idee diversissime. Quando si cercano scopi e fini, e si riferiscono alla natura intenzioni che sono proprie solo dell'osservatore, allora la teleologia è lasciata in balìa della immaginazione, o se vuolsi del genio de' suoi cultori. Sia d'esempio il Wallace. Quando invece si cercano le condizioni per le quali è resa possibile una esistenza organica, ovvero senza le quali una esistenza organica è impossibile; quando si indagano le leggi e le regole che hanno condotto al conseguimento di un fine, il quale, si noti bene, era impossibile ottenere se non mediante una via sola: allora la teleologia non crea nulla d'immaginario o a meglio dire non vi mette nulla del suo. La sua strada è quindi prettamente scientifica, perchè applica cose cognite e

(1) Si vegga addietro pag. 241.
(2) Si vegga addietro pag. 150.

principî generali della scienza alle conclusioni che ne deduce. Sia ad esempio Foucault quando ci addita l'assoluta impossibilità di ottenere in un animale una rotazione continua di un pezzo su un altro, dovendosi conservare fra questi due pezzi la continuità per cui tutte le parti aderiscono insieme, ed avvi conessione di tessuto fra due punti qualsiasi del corpo (1). Così il Galilei ci avverte che le ossa vuote degli uccelli arrecano la necessaria leggerezza e forza pel volo; e che una spica giunta a maturità è sorretta dal suo stelo che è vuoto, mentre questo non potrebbe sostenerla se con eguale quantità di materia fosse tutto pieno; e ciò egli dice dopo avere dimostrato che un cilindro vuoto è molto più robusto di un altro pieno, rimanendo costante la quantità di materia impiegata in entrambi (2). — Così infine Newton, il quale, avendo osservato il potere rifrangente delle sostanze infiammabili, fa l'applicazione di questo fatto che vede ripetersi nel diamante, per dedurne la combustibilità di questa pietra.

In tutto ciò si hanno premesse e conclusioni: e veggonsi principî generali della scienza applicati a costruzioni naturali per conseguire scopi che si sono ottenuti mediante l'impiego di mezzi scelti ed acconci.

Ma queste sono pure tante viste teleologiche o deduzioni scientifiche poste nel loro lume.

(2) *Journal des Savants.* Mars 1871 pag. 136.

(3) Galileo Galilei — *Opere* — Vol. II. *Dialoghi* pag. 570.

Bacone, del quale è divenuta sì celebre la condanna pronunziata contro le cause finali, condanna oggidì cotanto ripetuta, non disprezzerebbe certo questa seconda teleologia. Converrebbe esser cieco a non vedere, che per conseguire l' ambulazione occorrevano estremità a più pezzi, ovvero che non si sarebbe mai giunti allo scopo di dare all' uomo od alla cicogna il modo di rimanersene ritti senza che avessero una base di sopporto foggiata secondo le regole della statica e dell' equilibrio.

Uno scienziato che si faccia ad esaminare una macchina costrutta dalla mano dell' uomo, esercita la teleologia; sì, senza dubbio: ma durante il suo esame esso si occupa di tre cose. — Riesce a scuoprire il fine che si è prefisso il costruttore — vede che in questa macchina sono state osservate le leggi meccaniche, dinamiche ecc., e ciò che più monta vede che esse appunto hanno imposto quella tale costruzione — infine egli fa ancora di più; giudica per avventura che quella macchina poteva essere fatta molto meglio, basandosi sulle leggi fisiche, meccaniche ecc., dominanti.

Non dissimilmente adopera l' uomo quando esamina le opere della natura. Vi scorge del pari uno scopo, come i denti per masticare, le gambe per camminare, le mani per prendere — di più si accorge che le leggi che reggono il mondo fisico sono state osservate con esattezza matematica, e che sotto il regime di queste leggi meccaniche era indispensabile che le estremità fos-

sero di più pezzi, che le mani prensili avessero più di un dito ecc. — Ciò che egli non vi vede ancora, è la terza operazione; vale a dire se potevasi far meglio di quello che si ha nelle costruzioni naturali, od anche se potevasi fare in un modo diverso, ben inteso che fosse razionale. Non v' è ancora uno scienziato che ci abbia detto qualche cosa sotto questo rapporto.

Potrà essere ciò riservato all' avvenire: ma ci sia lecito dubitarne: e a dir vero vi ha molta ragione per rimanerne in dubbio.

Da ultimo ci conviene toccare una quistione di buona fede coi Trasformisti. — Non è forse vero che la Dottrina della creazione indipendente costituisce una quistione, disputabile se vuolsi, ma che oggimai non è più nè un assurdo nè un soggetto ripudiato dalla scienza? Ora, se per caso essa fosse *vera*, qual sarebbe l' avvenire naturale degli studi che vi si facessero intorno? Eccolo. Se la Dottrina della creazione indipendente è una verità, ne viene una conseguenza di fatto; vale a dire, che ogni cosa che ne circonda è opera del Creatore. Dunque ogni passo che si faccia nella esplorazione degli esseri naturali sarebbe uno esplorare il pensiero archetipo del Creatore, e bisogna bene aspettarsi che sarebbe uno svelarsi dei mezzi da lui usati a conseguire un fine, ed un enuclearsi di un problema scientifico perfettamente ideato: in una parola un passo su questa via dello studio degli esseri naturali sarebbe il manife-

starsi di una *causa finale.* Qual rimprovero sarà dunque da farsi a noi, se talvolta durante il nostro cammino vengano ad emergere alcune considerazioni teleologiche? Potrete bensì imporci silenzio, e proibirci ogni discussione, dimostrandoci falsa la Dottrina della creazione indipendente: ma se non giungete a ciò, non potrete mai impedirci di trarre le conseguenze che derivano dalle premesse; e converrà che sopportiate con animo rassegnato che noi ad ogni piè sospinto vi diciamo: ecco che nella mano dell' uomo, della tigre, o di altro animale, troviamo *scienza* ed *arte;* ecco un *fine* già voluto, ed i *mezzi* scelti per conseguirlo.

Bisogna togliere la causa, quando se ne voglia sopprimere gli effetti.

Nello stato in cui trovasi presentemente la quistione non veggo omai possibile una dimostrazione che provi falsa la Dottrina della Creazione indipendente.

Per quanto io conosca, un solo passo (1) alquanto serio si è fatto a questo fine, ed è stato il problema

(1) So che si è tentata questa dimostrazione invocando ancora gli organi rudimentari ed i reliquati anatomici: come pure rimane sempre vivo l' attacco contro la Creazione indipendente per parte della cronologia o della evoluzione paleontologica. In quanto al primo capo ho iniziato alcune osservazioni a pag. 197 e seg., alle quali tuttavia resterebbe molto ad aggiugnere: e quanto alla paleontologia ho manifestato già il mio pensiero nell' AVVERTENZA che chiude questo lavoro.

che ha fornito l'argomento di questo libro. Ora ciascuno ha veduto se la Dottrina della Creazione indipendente sia stata ridotta al silenzio, o siasi trovata in impaccio a risolvere il problema, od anche se abbia pur lasciato un lato debole allo scoperto.

A me pare che no. Qual è il giudizio dei Trasformisti?

Bologna — Settembre 1874.

G. GIUSEPPE BIANCONI.

APPENDICE

ANALISI DI ALCUNI MOVIMENTI DELLA MANO DELL' UOMO

Fra la sorprendente varietà di movimenti che può compiere la mano dell'uomo, ne sceglieremo alcuni principali, come la *torsione*, lo *stiramento in senso obliquo*, lo *stiramento diretto*, l'*impulsione radiale*, l'*impulsione palmare*, e l'*innalzamento con pronazione.*

Torsione. — Un succhiello messo in opera da una mano ci somministra una giusta idea della torsione: è la stessa cosa se la mia mano gira una chiave, o se, avendo afferrato un bastone alla metà, un'altra persona si sforzi di farlo girare. Nei due primi casi, il succhiello e la chiave sono posti in moto dall'azione del braccio sulla mano; e nel terzo la mano dominata dal braccio procura di fermare il bastone che gira. Dunque è diversa nei tre casi l'azione motrice o la sorgente donde partono gli sforzi; perchè nei primi la forza che muove è quella del braccio, e nell'altro è la rotazione del bastone. Del pari sono invertite le resistenze: nei primi casi la resistenza risiede nel succhiello e nella chiave, nell'ultimo invece risiede nel braccio. Checchè ne sia del posto della forza motrice e della resistenza, la mano si trova sempre nella medesima condizione; essa è sempre contorta, o, a dirla più esattamente,

è contorto il carpo (1). Ben è vero che il radio ed il cubito, mediante i reciproci movimenti di pronazione e di supinazione, possono attenuare alcun poco la violenza di una torsione che avvenga sul carpo; ma tuttavolta questa facoltà ha un limite, ed il carpo può anche essere sforzato oltre a questo limite. In ogni caso il carpo sopporta sempre una *torsione* passiva. La mano nel girare un succhiello agisce diversamente nelle due metà interna ed esterna; la parte, che comprende l'indice ed il pollice, tende a girare innalzandosi verso il dorso della mano, mentre l'annulare ed il mignolo tendono ad abbassarsi verso la palma.

Tale è la torsione di destra (2). Le ossa del metacarpo seguono necessariamente la stessa direzione, e in grazia della loro interposizione il movimento si trasloca sulla serie inferiore del carpo o deutocarpo, che è la parte veramente esposta a questi sforzi. Due delle quattro ossa che la compongono, cioè il trapezio e il trapezoide, sono spinte nella direzione dalla palma verso il dorso della mano. All'incontro, l'uncinato è spinto nella direzione della palma. Sono due bracci laterali che agiscono in senso contrario, ma che concorrono entrambi a sforzare il capitato sicchè giri sopra sè stesso, trovandosi il detto osso collocato fra i due movimenti che tendono a farlo girare di tal guisa. Questo sforzo è appunto nella

(1) Altrove abbiamo notato che la parte preensile della mano (cioè le dita) aderisce passivamente all'oggetto preso, e costituisce un tutt'insieme coll'oggetto istesso. Il carpo è la sola parte, che essendo intermedia in ogni caso fra la potenza motrice e la resistenza, riceve sopra di sè tutte le impressioni degli effetti dinamici. Dunque è realmente il carpo che soffre la torsione. (Veggasi pag. 62 e seguenti).

(2) Può chiamarsi torsione *di destra*, quella che trasporta il pollice dal lato sinistro verso il destro; l'altra opposta, si chiamerà torsione *di sinistra*. La prima è la più ordinaria, più naturale, e più forte: essa esercita il suo punto di pressione col quarto e quinto dito. Osservando lo scheletro, e in conformità della prevalenza di forza che riscontrasi applicata alla metà interna della mano, si trova un appoggio più valido, contro questo genere di movimento mercè le complicate facce espanse dell'uncinato col piramidale, ed i suoi attacchi col capitato.

direzione del movimento del succhiello, e il suo centro di rotazione corrisponde al centro della mano, ossia al capitato.

L'articolazione endocarpiana, per ragione della sua forma, permette movimenti di rotazione, se vuolsi piccolissimi, come quelli che abbiamo già indicati. La serie inferiore (compreso o no il trapezio) pare che formi un sistema capace di girare sopra un perno, il quale viene offerto dal capitato. Diffatti il trapezio ed il trapezoide hanno una faccia articolare sullo scafoide; e dall'altro canto l'uncinato possiede una faccia di scivolamento sul piramidale. La testa del capitato si trova fuori della linea trasversale d'articolazione, ed è impiantata nella cavità scafoido-semi-lunare; e le diverse facce che compongono la sua grande testa si mostrano come facce di scivolamento addattatissime ad una rotazione iniziale. Del resto si sa come le facce di scivolamento permettano soltanto un movimento ristrettissimo (1), e che tutti i pezzi ossei or ora nominati sono stretti fra loro da parecchi legamenti. Se dunque per una parte è possibile un movimento di rotazione, esso è racchiuso entro a ristrettissimi confini, vale a dire i confini delle facce di scivolamento in accordo coi legamenti: questo movimento non può dunque essere che assai poco notevole. Pertanto l'apparato rotatorio della mano non serve già a permettere una libera ed estesa rotazione, ma serve a ricevere lo sforzo di rotazione, a padroneggiarlo, e a decomporlo in guisa, che lo sforzo per siffatto apparato è dominato, fermato, e addolcito. Ogni cosa è qui disposta per attenuare gli sforzi di rotazione che si concentrano sulla mano. Ciascuno dei quattro pezzi del *deutocarpo* durante lo sforzo di rotazione del metacarpo tende a girare sul proprio asse, ed allora i fasci legamentosi si mettono tutti in azione, ripartendosi egualmente lo sforzo, e tutti sopportandone una data porzione. Per conseguenza anche i pezzi del *protocarpo* sono tutti stirati in diversi sensi, condottivi

(1) Per maggiori particolari può consultarsi l'articolo *Facce di scivolamento*. Pag. 73.

dalla forma speciale delle facce di scivolamento. Lo ripeteremo ancora un' altra volta, ed è cosa chiara: l' ufficio delle facce di scivolamento, congiunte ai loro legamenti, è quello di attenuare dolcemente i colpi e gli sforzi violenti, sia poi che essi partano dalla potenza muscolare, sia che provengano da una forza esterna.

Non anderemo più in là coll' esame del capitato, in quanto che esso serve di perno centrale alla mano per la rotazione. Noi dunque ometteremo di indicare in qual modo i punti d'appoggio che ha il metacarpo sul deutocarpo, trasportino sul capitato nell'atto della torsione la maggior parte degli sforzi di tutte le dita. Da un lato il quarto e il quinto dito stanno sopra l'uncinato, i cui movimenti trascinano di necessità anche il capitato, a motivo particolarmente dei legamenti interossei (1). Dall'altro lato l' indice col suo grande *talus* palmare e laterale s' impunta sul capitato; e, più generalmente parlando, le parti che sono implicate nella torsione, si appoggiano più o meno su quest' osso come sopra un fulcro centrale (2). La serie superiore gli presenta dal canto suo un ricetto nel mezzo, e nei lati delle superfici articolari o di scivolamento, acconce a fornirgli qualche po' di libertà d' azione per riguardo al fulcro.

L' impiego di questa disposizione, per quanto ci sembra, è assai frequente nell' uomo, il quale pei movimenti delle sue estre-

(1) Tavola XXI. fig. 3.
(2) Tavola XXI. fig. 2.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XXI.

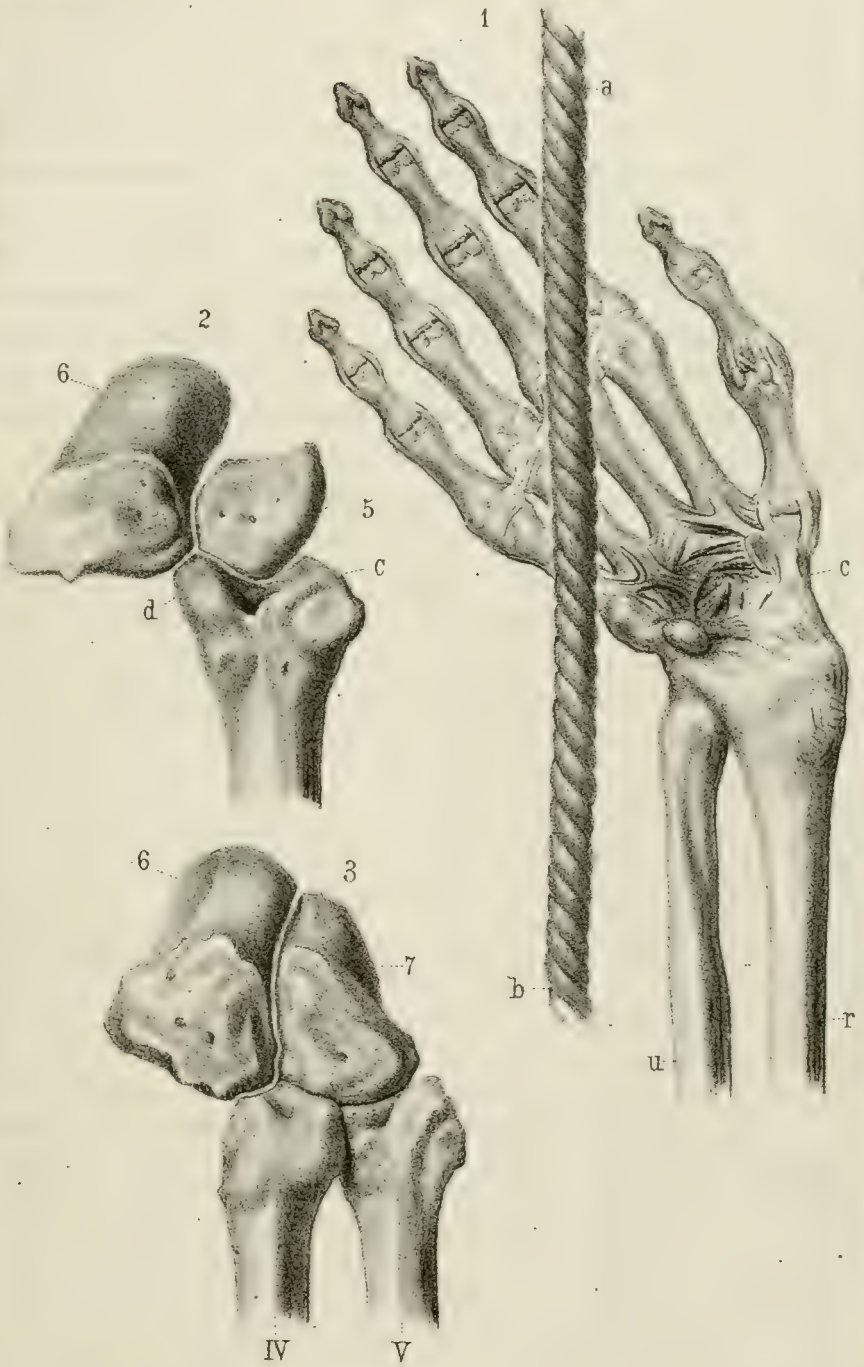
La mano dell' uomo ne' suoi movimenti.

Fig. 1. Scheletro della mano durante lo stiramento obliquo. — *a b*) Fune. — *c*) carpo — *u*) ulna — *r*) radio.

(Copiato dalle ottime tavole anatomiche del Prof. Calori).

Fig. 2. Secondo metacarpo durante la repulsione pollicare. — *c d*) metacarpo dell' indice — 5) trapezio — 6) capitato.

Fig. 3. — IV e V) quarto e quinto metacarpo durante la repulsione ulnare — 6) capitato — 7) uncinato.

XXI
1
a
2
6
5
c
d
c
6
3
7
b
r
u
IV
V
O. Nannini lit.
Contoli dis.t
Lit. G. Wenk.

mità anteriori, sia lavorando di mestiere, sia nelle svariatissime condizioni della vita, soffre ben di sovente torsioni nella sua mano: ma si può aggiugnere che un impiego di simili parti avverrà ogni qual volta si hanno mani preensili. Così ogni mammifero, il quale abbia le occasioni di far subire torsioni alle sue mani, avrà altresì l'articolazione endocarpiana provista in guisa da attutire gli sforzi di torsione. Il che noi riscontriamo nelle scimmie, e mai non ci è dato riscontrarlo nei pachidermi, nei ruminanti ecc.

Ora dobbiam notare che se la costruzione dell'articolazione endocarpiana col perno centrale del capitato rappresenta la torsione, e se essa è il meccanismo fatto apposta per superarne gli sforzi, ne consegue che l'uomo non poteva andarne privo, ed è una necessità meccanica l'esistenza del capitato, e quella delle facce di scivolamento e articolari che lo circondano. Ciò non guasta menomamente quest'altra osservazione, che cioè l'uniformità di struttura dell'articolazione endocarpiana nell'uomo e nei quadrumani è la conseguenza della uniformità della loro vita; perocchè la preensione dei quadrumani non può essere senza torsione, nè la torsione senza articolazione con perno centrale. Dunque ogni mano preensile ha una articolazione con perno, per necessità meccanica.

Stiramento obliquo. — Il caso più ordinario di stiramento o di trazione, si ha quando tirasi la estremità di una fune o di un bastone (1). A tal uopo sono necessarie due condizioni: 1.° fissare la corda all'estremità dell'avambraccio mediante la presa colle dita: 2.° porre la corda il più che sia possibile nella stessa direzione dell'avambraccio. Posso bensì stringere una fune solo coll'indice, od anche col medio, per tenermivi appeso; ma mi accorgo che la mia presa è debole e difettosa. La sento invece completa e totale quando aggiungo l'annulare e il mignolo, accompagnati dall'azione del pollice.

(1) Tavola XXI. fig. 1.

Ma, per eseguire la seconda condizione, bisognerebbe che la fune passasse longitudinalmente sul dito medio, sul suo metacarpo, e sul carpo, sempre nella direzione dell'asse dell'avambraccio. Se non che questa ipotesi non può avverarsi, essendo impossibile qualsiasi preensione allorchè le dita stanno distese.

È dunque necessario collocare obliquamente la fune nella mano, e che la fune posi sopra la prima falange dell' indice fino alla metà del quinto metacarpo (1). Allora la preensione è possibile, e le quattro dita agiscono come quattro uncini che accerchiano la fune. Se non che diverso è il modo di accerchiare la fune, perchè l'indice che è il più sporgente di tutti forma un uncino aperto; dopo di esso gli altri quattro ricingono completamente la fune; e il pollice viene in aiuto alle altre dita, premendo fortemente la fune contro la cavità della mano, ovvero comprimendo le ultime falangi delle prime dita.

Con codesta disposizione si ha una presa perfetta, ma l'asse della fune e l'asse brachiale non sono ancora sulla medesima linea. Allora, girando la mano con una mezza pronazione, ed inclinandola dal lato interno, si ottiene quasi interamente il parallelismo dei due assi (2); ma nel tempo stesso si dà necessariamente una notevole obliquità alla mano ed al carpo. Diffatti l'indice è inclinato quanto è possibile verso il dito mignolo; e, se si conduce l'asse brachiale sul dorso della mano, si vede che discende fra la testa inferiore dell'indice e del dito medio, e attraversando per lo mezzo la prima falange dell'indice raggiunge l'asse della fune, che trovasi in una linea perfettamente a quello parallela.

In una operazione qual'è lo stiramento, che molte volte richiede

(1) Tavola XXI. fig. 1.

(2) Ben inteso che qui si considera lo stiramento con una mano sola, e soltanto al principio dello stiramento; perchè, se si mantiene la estensione del braccio ritraendo all' indietro il corpo, si conserva tutta l'intensità dinamica dello stiramento; oppure accade la flessione del braccio, ed allora si produce un altro ordine di movimenti ed una diminuzione di forza.

una estrema violenza, facea mestieri avere per quanto è possibile la cooperazione di tutte le parti della mano. L'indice ha senza dubbio una parte principale nello stiramento, ma la sua presa è minore di quella di tutte le altre dita. Se tutti i metacarpi e tutte le prime falangi avessero la medesima lunghezza, è chiaro che l'accerchiamento della corda mediante le dita potrebbe farsi solo nella direzione trasversale della mano, il che lascierebbe ogni sforzo da sopportarsi all'indice. Per contrario la brevità del quarto e quinto dito permette loro di accerchiare perfettamente la corda, premendola d'ogni parte, e stringendola molto bene. Allora sotto lo sforzo dello stiramento il dito mignuolo si appoggia sull'annulare, questo sul medio e sull'indice, ed insieme conferiscono all'opera di tenere la corda con vigorosa presa; ma bisogna notare che eseguiscono questa buona presa quando la corda passa molto obbliquamente nella mano, vale a dire quando trovasi nella stessa direzione dell'asse brachiale. Queste due condizioni, la presa cioè e la direzione, sono allora pienamente attuate (1).

L'obliquità generale della mano, che abbiamo indicata relativamente all'asse brachio-funale, dipende dall'essere l'asse funale a qualche distanza dall'asse brachiale, benchè gli sia parallelo (2). Il ponte che insieme li unisce, ossia la parte che stabilisce la connessione e l'unità dell'asse brachio-funale, è il carpo, il quale passa dal braccio alla corda. Ed ecco il carpo sottoposto ad un doppio stiramento obliquo.

Ora, stando così le cose, quale sarà la condizione dei pezzi carpiani? A questo proposito bisogna rammentare ciò che abbiamo svôlto altrove.

I muscoli flessori delle dita sono bensì sottoposti in questo caso anch'essi alla obliquità generale della mano, ma in fin de'conti

(1) I nostri operai, senza conoscere menomamente le regole della dinamica, tengono la corda od il bastone fra le mani nel modo sopra indicato.

(2) Tavola XXI. fig. 1.

la loro azione è all' incirca sempre longitudinale. Il loro stiramento produce due effetti: il primo, di piegare le dita e stringere la corda; il secondo, di ravvicinare fra loro le facce articolari del carpo e del metacarpo. Ci faremo a considerare soltanto le facce di contatto del metacarpo col carpo, pei motivi che esporremo.

Quando si tiene in mano una fune od un bastone, le dita (cioè le falangi) non fanno altro che comprimere ed assicurare la fune od il bastone sul metacarpo: non hanno altro ufficio. Gli sforzi impressi alla mano da una corda tesa, ricadono tutti sul metacarpo; di guisa che la parte che dev' essere la prima a sentirne gli effetti, e che deve opporre una resistenza, si è il punto, o meglio la linea di unione del metacarpo col carpo. I pezzi delle due serie del carpo entrano alla loro volta in funzione. Le facce di contatto del secondo metacarpo col trapezoide, o del terzo col capitato, sono proviste di creste, di *talus*, di seni, per forma che sotto la contrazione muscolare si porgono uno scambievole appoggio, che d' ordinario non ha luogo, e costituiscono facce di mutua chiusura che recano ai due pezzi grandissima stabilità. Essendo i metacarpi fermati sulle ossa del carpo, le scosse sopportate dalla prima serie di essi si propagano in parte sui secondi, che alla lor volta agiscono mediante i loro legamenti e le facce di scivolamento (1); ma questa azione della forza muscolare esclude l' intervento di contrasti nei pezzi ossei sulla direzione longitudinale. Poichè il contrasto muscolare, come abbiam detto altrove, porta tutte le ossa le une sulle altre in questa direzione longitudinale, esse si stringono a vicenda.

Essendo i pezzi del carpo appoggiati lateralmente l' uno dall' altro, ed i metacarpi ingranati sopra di essi, tutti codesti pezzi sono fissi ciascuno al proprio posto, e servono a regolare e condurre lo stiramento muscolare.

(1) Parmi che un' azione speciale si eserciti sulle facce di congiunzione dell' uncinato e del piramidale, perchè la direzione di questa unione è nel senso ortogonale dello stiramento, attesa la obliquità della mano durante questa azione.

Non bisogna peraltro dimenticare, che lo sforzo di stiramento è spesse volte congiunto a torsioni o flessioni più o meno grandi: ed allora entra in funzione la meccanica dei contrasti ossei e delle facce di scivolamento. I suoi effetti sono quelli di attenuare, e di addolcire i colpi improvvisi e gli sforzi violenti.

Stiramento diretto. — Rigorosamente parlando si può dire, che non c' è mai stiramento diretto. In questo stiramento si richiederebbe che l' asse brachiale e l' asse del terzo metacarpo fossero entrambi sulla medesima linea: il che non avviene mai, tranne il caso di produrre un piccolissimo stiramento col solo dito medio. Ma quando si impiegano tutte quattro le dita, è ben chiaro che un cilindro od una corda stretta nella mano vi si dee trovare alquanto inclinata, non foss' altro per cagione della diseguaglianza delle ossa metacarpiane. Affine di collocare le direzioni dell' asse brachiale e del cilindro ne' loro naturali rapporti di un angolo retto, bisogna che i metacarpi si dispongano secondo alcuni gradi di obliquità. Ma, tutto ponderato, l' azione muscolare opera all' incirca in direzione longitudinale, ed allora si ritorna a quanto abbiamo detto di sopra. Qui diffatti, come nello stiramento obliquo, le facce di contatto del carpo e del metacarpo, sono tutte premute e chiuse dalla contrazione muscolare; non vi sono contrasti ossei per reagire contro lo stiramento longitudinale; e soltanto se v' abbia complicazione di torsioni collo *stiramento diretto*, i contrasti meccanici ossei e le facce di scivolamento trovansi allora pronti per entrare in esercizio.

Impulsione. — Benchè si potesse indicare una grandissima quantità di movimenti che sarebbero tutti compresi sotto questo nome, ne sceglierò soltanto tre, vale a dire la impulsione *pollicare*, la impulsione *del pugnale*, e la repulsione *palmare*.

Cominciamo dalla prima.

L'uomo che stringe colla sua mano una lancia od una spada, e vibra un colpo, ci somministra l'idea di ciò che s'intende per impulsione pollicare. Diffatti il pollice e l'indice son essi che hanno la maggior parte in questa azione.

Il pollice e l'indice formano quasi un doppio anello; il primo sormontando il secondo, lo comprime sull'asta della lancia o sulla impugnatura della spada. Questo anello, che fortemente stringe la lancia tutto intorno, riceve pel primo il contracolpo di quest'arma. Difatti allorquando vibrasi un colpo di lancia, quest'arma tende a scorrere all'indietro; ma, fermata poi dalla mano per la forza di preensione, essa rimane al suo posto. La qual cosa peraltro non avviene senza un urto violento sulla mano, e principalmente sul pollice e sull'indice. L'urto colpisce di fianco non solo queste due dita, ma le altre ancora che fanno una presa gagliarda sulla lancia; e più assai che le dita, l'urto colpisce di fianco i metacarpi. Questi sono quasi in procinto di spostarsi verso il lato del dito mignolo.

Siffatta impulsione laterale introduce un nuovo genere di resistenza nella mano. Lasciato in disparte il pollice, è necessario che le quattro dita siano disposte in modo da far fronte agli sforzi che nel nostro caso provengono dal lato radiale. Conviene pertanto esaminare brevemente questo problema, per conoscere come sia stato risolto.

Dove trovasi il punto di resistenza? Esaminando il mio indice o qualsiasi altro dito, quando è disteso e urtato in punta dal lato radiale, esso mi offre una debolissima resistenza. Lo stesso dicasi se l'impulsione, invece di essere applicata alla falange ungueale, la sia sulla seconda falange o sulla prima. Se contraggo i muscoli del mio dito, sento aumentare la resistenza; ma essa non è ancora in grado di superare sforzi un po' notevoli, e mi accorgo altresì che fra non molto potrebbe accadermi una lussazione.

Allento di nuovo i muscoli motori dell'indice, e trasporto la pressione sulla testa inferiore del metacarpo. Tutto cangia allora; e sento manifestarsi una grandissima resistenza, che quasi direbbesi tende alla stabilità. Aggiungo poscia la tensione dei muscoli

flessori, e conosco che la resistenza è giunta quasi a tal grado da non poter essere vinta.

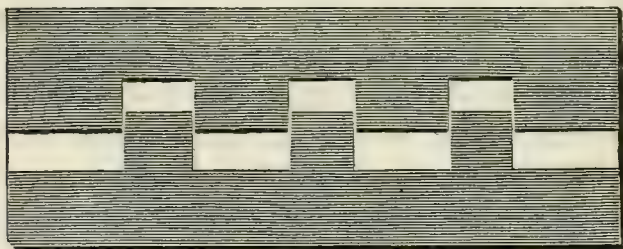
Ma torniamo alla lancia. È manifesto, che tutte le falangi hanno l'ufficio di premere l'asta incontro al metacarpo, e che la loro massima importanza è di tenervela vincolata strettissimamente. Codesto è il loro cômpito; codesta, e non altra, è la loro sfera d'azione: l'asta è collocata in direzione trasversale per rapporto ai quattro ultimi metacarpi, cosicchè queste ossa sono la parte sola che subisce tutto l'urto della lancia.

Lo sforzo dunque si concentra sul metacarpo, il quale d'altronde è molto bene preparato ad opporvisi gagliardamente, perchè è fornito di una mirabile resistenza.

Mi si potrà dire, che la diversità della resistenza opposta dalle diverse parti del dito dipende dalla differenza delle articolazioni. Sì, questo è precisamente ciò che bisogna stabilire. L'articolazione posta fra il metacarpo e la prima falange è liberissima, l'altra cioè la carpo-metacarpiana è un ingranaggio a mille diseguaglianze. È facile conoscere come debba aversi gran numero di effetti per conseguenza di cotante parti rialzate od incavate, e di tante facce di contatto tutte diversamente inclinate. Pare che qui ci siano molti elementi, atti a produrre una solidissima unione meccanica. Qualche cosa ne abbiam detto parlando del metacarpo in generale; ed ora vi aggiungeremo alcun'altra particolarità; ma, come è naturale, non mi prefiggo di descrivere tutte codeste parti come sono; e mi studierò soltanto di notarne qualcuna.

Per procedere con maggiore chiarezza nel nostro studio, bisogna notare che l'impulsione laterale esterna, che avviene sulle ossa del metacarpo, non è già un semplice urto di destra a sinistra: giacchè, decomponendo questo movimento ne' suoi elementi, vi si trova una tendenza sia a spostare le teste superiori articolari metacarpiane verso il dito mignolo, sia ad inclinare la testa inferiore del secondo metacarpo sul terzo, e via di seguito. Ora l'articolazione carpo-metacarpiana dell'indice ha per iscopo di assicurare l'osso metacarpiano di contro a questi due movimenti.

La testa superiore del secondo metacarpo, quello cioè dell' indice, è dilatatissima; e la sua massima espansione si trova dal lato interno presso al dito medio. La sua superficie superiore è incavata dall' innanzi all' indietro, e con tale cavità abbraccia il suo trapezoide (1); uno de' suoi lati si appoggia sul trapezio, e l' altro sul capitato; e questa testa, assicurata da robustissimi legamenti sulle tre ossa carpiane, stabilisce una unione molto salda.

Ma ciò che mi preme di notare si è, che la saldezza di questa unione principalmente procede dai contrasti che si producono fra le parti solide, perciocchè le parti salienti e rientranti formano come tanti ingranaggi, i quali, a pur godere di tutta la loro forza di unione, che non può mancare stante la loro meccanica disposizione, abbisognano di una condizione sola; cioè che tutte queste parti si trovino al loro posto. Ponete una sega a contatto della sua corrispondente; entrambe allora diverranno immobili, a patto solo, che tutti i pezzi sieno al proprio posto.

Quest' ultima funzione è coadiuvata come abbiamo già detto dai legamenti nella articolazione carpo-metacarpiana. Ma all' occorrenza vi si aggiugne un rinforzo, cioè, la contrazione muscolare. Allora tutti i pezzi solidi di contrasto del carpo e del metacarpo si combaciano reciprocamente; e così stretto fortemente dai legamenti e dai muscoli, il metacarpo diventa come saldato sul carpo, ed ha acquistato la sua immobilità.

(1) Tavola XXI. fig. 2.

Mediante questo meccanismo il metacarpo è interamente poggiato sul carpo, che addiviene allora il centro della resistenza contro la impulsione laterale.

Le parti solide ci offrono ancora altre osservazioni sulla testa del metacarpo.

Il trapezoide, colla sua metà inferiore, discende per un angolo più risentito presso il dorso della mano fra i due rami che formano l'incavo della testa metacarpiana (1): con che porge due facce di contatto molto inclinate ai due rami *c. d.* della testa metacarpiana; ma la prima faccia *c.* (dal lato del pollice) è una faccia di resistenza contro l'*impulsione* radiale. Viene appresso il grande *talus d.*, il quale s'appoggia sul capitato *b.* e forma una seconda resistenza contro l'*impulsione* radiale, la quale resistenza inoltre è molto gagliarda, perchè questo *talus* occupa tutto il margine presso il capitato, ed è grossissimo ed assai sporgente. Esso ha la forma quasi di un remo, ed in realtà è potentissimo, collocato nel punto più alto, e dal lato opposto a quello ove si esercita l'*impulsione* laterale. La più semplice considerazione dimostra, che esso è posto nel luogo ove si concentrano gli sforzi della impulsione laterale; ed altresì chiaro apparisce, che il suo posto come anche il suo volume lo mette in grado di prestare una proporzionata resistenza.

Da ciò si comprende che questo *talus d.* gode di tutta la estensione possibile per somministrare la più ampia base di resistenza. Questo *talus*, nato sul dorso della mano, si protrae fino alla palma della mano, laddove termina in una punta più o meno grossa che si appoggia sul capitato anch'esso molto sporgente. Dunque estesissima è la linea di resistenza ortogonale nella direzione dell'impulsione; e cade in acconcio il notare, che corrisponde egualmente bene ai due movimenti. Come abbiamo detto, è una faccia di resistenza contro l'impulsione che tende a spostare l'articolazione metacarpiana verso il dito mignolo, ed è un valido appoggio contro il mo-

(1) Tavola XXI. fig. 2-5.

vimento che tenderebbe ad inclinare l' osso metacarpiano su quello del dito medio; giacchè si conosce come l' estensione in alto del *talus d.* venga a moltiplicare la tensione quasi stabile dei fasci legamentari che rannodano il trapezio e il trapezoide al secondo metacarpo. Rammentando in fine ciò che abbiamo detto sin da principio, che la dilatazione della testa metacarpiana dell' indice si fa principalmente verso il mezzo della mano, di guisa che il grande *talus* sporge fin sotto il terzo metacarpo, osservasi come si svolga un *massimo* di resistenza laddove si riassume il *massimo* degli sforzi prodotti dai movimenti dell' impulsione laterale. Con ciò si acquista la certezza, che il metacarpo dell' indice non può ricevere l' urto dell' impulsione laterale, senza che quasi tutto lo trasmetta sul capitato.

Parmi che il fin qui detto basti a mettere in piena luce, che l' articolazione carpo-metacarpiana dell' indice ha un apposita costruzione per resistere ai movimenti dell' impulsione laterale, e che codesta articolazione è regolata secondo le leggi dinamiche e meccaniche, salvo ciò che dee servire per movimenti di altre specie.

Sotto lo sforzo della impulsione radiale, il terzo metacarpo, per la sua struttura, porge aiuto al secondo. Su questo terzo metacarpo cade tutto l' eccesso della impulsione che non è attutita direttamente dall' indice. Cito soltanto la sua appendice stiloide o *talus e.* nella faccia dorsale, che dal lato radiale s' inoltra sul capitato *A* (1). Essa pure stabilisce un punto di resistenza contro lo spostamento orizzontale dell' articolazione metacarpiana. Il dito medio grava anch' esso colla sua parte d' impulsione laterale sul capitato. Si potrebbe aggiungere ancora qualche influenza del quarto metacarpo, ma la tralascio per amore di brevità; tanto più che è ben palese come la prima prova di forza e di resistenza sotto lo speciale rapporto dell' impulsione laterale radiale, resti affidata al metacarpo dell' indice.

In conclusione, quando una impulsione laterale pollicare o ra-

(1) Tavola VI. fig. 1.

diale percuote i metacarpi lateralmente, le superficie di contatto, o se vuolsi le superficie articolari di questi pezzi con quelli del carpo, oppongono scambievolmente molti punti di contrasto, di guisa che riesce impossibile lo scivolamento laterale della serie metacarpiana sulla carpiana. Tutta la violenza del colpo ricade e si concentra principalmente sul capitato.

Dopo queste osservazioni sul metacarpo, è mestieri che diciamo qualche cosa sul carpo.

La violenza del colpo, che per causa di una impulsione radiale urta in primo luogo il capitato, non risparmia certamente le altre parti del carpo. Il capitato nella impulsione laterale pollicare è premuto fortemente dal trapezoide; ma esso poi si appoggia mediante la sua faccia interna sull' uncinato con una superficie la quale trovasi ortogonale colla direzione del colpo; ed infine alla sua volta l' uncinato si posa sul piramidale. Allorchè tutte queste ossa sono premute dall' impulsione pollicare si chiudono scambievolmente, mercè le loro facce di contatto, e tutte insieme formano un arco saldissimo che poggia la sua testa sul piramidale. Ma in fin de' conti tutte le ossa del carpo sono implicate simultaneamente dall' effetto dinamico di una impulsione laterale.

Il che più facilmente riesce manifesto ove si consideri, che si hanno otto pezzi tutti insieme collegati dai legamenti interossei ed esterni, le cui facce di contatto sono coperte da cartilagini elastiche, e lubrificate da sinoviali. Con siffatto organismo, un urto per impulsione pollicare, il quale colpisca principalmente il capitato sotto la duplice direzione di fianco e d' inclinazione, si comunica altresì alle altre ossa che partecipano dello stesso moto di spostamento e di declinazione. Allora entrano in azione tutte le facce di contatto ed agendo secondo la loro natura e la loro forma, permettono certi movimenti che producono il cangiamento di livello dei pezzi, la mutazione della relativa direzione dei loro assi, ed in ultima conseguenza permettono di aprire parzialmente tutte le loro unioni mediante l' allontanamento di una parte delle facce fra loro.

Ma questi movimenti, essendo limitatissimi e molto oscuri perchè le ossa sono fortemente strette insieme dai legamenti, hanno per effetto di decomporre l' urto, di attenuarlo, e di addolcire la violenza del colpo laterale. Può dirsi che tutte le facce sono spostate da un movimento di tal fatta, ed il loro movimento generale porge al carpo la elasticità. Questa elasticità non può essere che lievissima a cagione dell' elasticità e lubricità delle cartilagini incrostanti; e in pari tempo non cessa di godere di una forza quasi invincibile, nata da quella forza che è propria dei legamenti. È dunque una elasticità *soffice* e *robusta*. Forza e arrendevolezza: ecco le due qualità caratteristiche dei freni.

D' altronde cessa ogni spostamento tostochè si fermi lo sforzo che lo produce, essendo ufficio delle facce di scivolamento il rimettere ciascun osso al proprio posto.

Non posso qui seguire ne' suoi particolari lo studio dei movimenti delle facce di contatto; perchè tali ricerche ci condurrebbero troppo lontano, e poi hanno già trovato il loro posto nello studio generale del carpo (1).

Prima di terminare questo articolo non bisogna dimenticare che la intiera massa del carpo sarebbe totalmente spostata dalla violenza di un colpo laterale, ove speciali legamenti nol premunissero contro tale eventualità. Diffatti trovasi un legamento che dalla testa del radio si fissa sul lunato e sul piramidale: sulla faccia dorsale esso si presenta come una corda di resistenza direttamente posta contro la direzione del colpo. Del pari alla faccia volare un altro legamento si porta dall' estremità del radio sul lunato, sul piramidale, e sul capitato. Per la combinazione della loro forza questi due legamenti trasmettono finalmente il peso e lo sforzo sulla testa del radio.

Ho detto lo sforzo ed il peso, perchè si riscontra un altro esempio di impulsione radio-ulnare, e talora molto gagliardo, quando

(1) Si vegga addietro pag. 65 e seg.

cioè la mano posta verticalmente ovvero a mezza pronazione solleva un peso grave mediante una corda od un manico. In tal caso riesce ognor più chiaro che la resistenza trasversale presentata dai pezzi del metacarpo e dal carpo è basata sugli ingranaggi ossei, coadiuvati dai legamenti e dalle contrazioni muscolari; i quali ingranaggi risparmiano gran parte dello sforzo ai legamenti. Del resto è sempre lo stesso meccanismo di resistenza carpiana che in ultima analisi, dopo essere stata attenuata, va a terminare sulla testa del radio in causa dei legamenti radio-carpiani.

Dopo queste considerazioni, parmi che si vedrà emergere che la resistenza contro la impulsione pollicare è perfettamente assicurata; e che nella apparente irregolarità dell' articolazione carpo-metacarpiana si notano parti, le quali sono richieste da una *necessità meccanica.*

Impulsione del pugnale o laterale interna. Ho preso il nome e l' esempio di questo genere di movimento da un colpo dato col pugnale. — Questa impulsione è un caso diametralmente opposto a quello che or ora abbiamo descritto. Quando si stringe colla mano quest' arma, se ne tiene l' impugnatura bene stretta sul metacarpo mediante la pressione delle falangi, il pomo del pugnale trovasi dal lato del pollice, e la lama dal lato del dito mignolo. La vibrazione di un colpo reca inevitabilmente una reazione sulla mano; e la prima parte di questa, che subisce un tale contracolpo, è il dito mignolo col suo metacarpo. Quindi tutti gli altri metacarpi soggiaciono successivamente ad una impulsione, che tende a spingere le loro basi verso il pollice come anche ad inclinare le loro teste metacarpiane sul medesimo lato (1). Qui abbiamo effetti analoghi a quelli da noi ultimamente studiati, ma qui sono invertiti. Nella impulsione pollicare le parti della mano erano spinte verso il mignolo; qui per

(1) Tavola v., fig. 4.

converso tutto è spinto verso il pollice. Osserviamo se ancora in questo caso vi siano ingranaggi solidi opposti a quest' ultima direzione.

Tutto ciò che la debole potenza del quinto metacarpo può portare direttamente sul carpo, esso lo imprime sulla faccia inclinata dell' uncinato. Il quarto metacarpo ha un *talus* (vicino al terzo) od un margine più sporgente dell' altro; e abbandonando l' uncinato, direttamente s' appoggia sul capitato (1). Diffatti questo discendendo sorpassa talmente il piano dell' uncinato, da offrire un saldissimo rialzo, contro cui va a battere la base del quarto. È cosa impossibile che con siffatto meccanismo il quarto metacarpo si inoltri scivolando sul capitato, ovvero che possa spostarsi di un *minimo* verso il pollice finchè sussistono legamenti; perchè il *talus* del quarto, ed il rilievo diescendente del capitato costituiscono un ingranaggio di contrasto insuperabile. Anche in rapporto a questa direzione ulno-radiale si hanno facce e creste di contrasto, le quali rendono impossibile in questo senso lo scivolamento ossia lo spostamento dei metacarpi; questi allora oppongono una vera solidità sulle ossa del carpo contro l' impulsione laterale.

Per ciò che risguarda la declinazione, veggo che il *talus* del quarto, il processo stiloide del terzo, e la larghissima base dell' indice, sono altrettanti puntelli opposti ad una declinazione del quinto metacarpo sul quarto e sui susseguenti.

Il punto d' appoggio che il quarto ha sopra il capitato, trasmette su di questo la maggior parte dell' effetto della impulsione laterale ulno-radiale. L' uncinato appoggiandosi al capitato, gli comunica del pari lo sforzo che ha ricevuto dal quinto metacarpo (2). Il capitato alla sua volta resiste facilmente a tutti gli sforzi, che vanno a concentrarsi su di lui, mediante la sua testa racchiusa entro la cavità scafoido-semi-lunare. La direzione dunque della impul-

(1) Tavola v. fig. 1. — e Tavola xxi. fig. 3. iv. 6.

(2) Tavola v. fig. 1. *d. c.* — e Tavola xxi. fig. 3.

sione ulno-radiale sulla mano, proviene primieramente dal quinto e dal quarto metacarpo, poscia si trasmette sull' uncinato e sul capitato, e termina poi sullo scafoide. Ogni resistenza dunque si basa su questo ultimo osso, il quale senza dubbio è molto bene provvisto e appoggiato sul radio.

Siccome il capitato ha la sua testa superiore così sporgente, trova per essa un punto di invincibile resistenza nella concavità dello scafoide; ma se in seguito di una violenta impulsione laterale è possibile una piccola flessione del capitato verso il pollice, di leggieri si comprende che essa addiviene limitatissima e al tempo stesso molto oscura per cagione delle tre facce di scivolamento che circondano la testa superiore del capitato.

Non voglio occuparmi qui degli altri movimenti che accadono fra i pezzi carpiani, essendo bastevole ciò che abbiamo detto per concludere che un' altra parte dell' articolazione carpo-metacarpiana è regolata da una *necessità meccanica*, allo scopo di superare le impulsioni laterali ulno-radiali.

Repulsione palmare. — Un atto istintivo mi conduce a contraporre la mia mano ad un corpo che cadendo può colpirmi. Stendo il braccio, apro la mano per quanto è possibile, e colla divaricazione delle dita estendo la resistenza su tutta la superficie che può essere compresa fra le mie dita. M' accorgo che la forza di questo non è certamente molta, e mi riprometto una maggior resistenza dalla mia palma, vale a dire da' miei metacarpi.

Mediante l' azione dei muscoli estensori e divaricatori la mano trovasi nella sua massima espansione. Ma tosto che il corpo cadendo giunge alla mano, allora i muscoli depressori entrano in funzione. Coadiuvati dai legamenti volari essi tendono ad impedire la retroflessione dei metacarpi. Più particolarmente poi sono coadiuvati da un meccanismo solido, vale a dire dal braccio di leva somministrato dalle facce di contatto fra i metacarpi ed i carpi della seconda serie. Cotali facce sono estesissime in molte direzioni, ma

ciò che merita di essere notato si è la grande estensione nella direzione dorso-palmare. Il grande *talus* del secondo metacarpo (1) è la quarta parte della intera lunghezza dell' osso; la base del terzo è la quinta parte della totale lunghezza. Onde consegue, che il limite estremo di contatto dorsale delle due facce è lontanissimo dalle corde di resistenza collocate nella palma (i legamenti cioè, ed i muscoli flessori); e grandemente poi viene in loro aiuto, mediante il solido appoggio che ad esse offre. Aggiungiamo ancora che il terzo metacarpo ha il processo stiloide, che moltiplica la lunghezza dorsale dell' osso stesso, ed aumenta la resistenza contro una retroflessione (2).

Il capitato, essendo sottoposto ad uno sforzo di tal natura, colla sua testa rotonda può muoversi nella cavità scafoido-semi-lunare. Al suo movimento partecipa altresì l'uncinato, ed altre ossa ancora; ma, oltre all'essere trattenute dai legamenti, sono nel tempo stesso ricollocate nella loro posizione dalle facce di scivolamento, sopratutto poi da quella dell' uncinato sul piramidale. Con questi piccoli movimenti gli urti sono attenuati ed attutiti.

Elevazione con pronazione. — Un peso può essere sollevato dalla mano colla palma rivolta al basso. Se il peso sia una sfera la singolare ineguaglianza dei metacarpi e delle dita permette all' uomo di poterla afferrare; e se codesta sfera non ha più che quindici centimetri di periferia, o in quel torno, le dita della mano divaricate cadono colle loro estremità sull' equatore della sfera. In questa azione le dita non hanno altro ufficio che di stare applicate sulla superficie della sfera e di stringerla fortemente: tutto il peso è affidato principalmente ai metacarpi, i quali, essendo quasi orizzontali, sono stirati verso il basso dalla loro testa inferiore.

(1) Tavola VI. fig. 4. *c. d.*

(2) Tavola VI. fig. 4. *e.*

I muscoli elevatori, a quanto pare, non recano un notevole aiuto ai metacarpi stirati, perchè sono all' opera i flessori comprimendo le dita sulla sfera. Ogni resistenza contro la declinazione è dunque affidata ai quattro metacarpi. Ma la loro rigidità sembra completamente assicurata, mercè la forma delle facce di contatto dei metacarpi col carpo. Qui non c' è che a rammentare quanto abbiamo detto più sopra.

Diffatti le basi del secondo e terzo metacarpo sono particolarmente distese nella direzione dorso-volare, e fermate come sono sul trapezoide e sul capitato mediante i legamenti, presentano un estesissimo braccio di leva e perciò di moltissima resistenza (1).

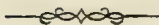
Ma qui c' è una particolarità degna di considerazione per rispetto alla base da noi accennata. Abbiam detto che codesta base è estesissima, dal didietro all' avanti, dal dorso alla palma; e siffatta estensione giova tanto per la stabilità necessaria ai metacarpi nella ripulsione palmare, quanto nella elevazione con preensione. Ma se si considera che l' asse del terzo metacarpo *a b* (2) non cade sul mezzo della detta base *c d*, e che una parte più grande di essa si estende sulla palma anzichè verso il dorso, ben si conosce che la resistenza alla declinazione dei metacarpi è molto più forte in quest' ultimo caso. La base *c d* è la quarta o terza parte della totale lunghezza del secondo e terzo osso. Questo è già molto; ma se si abbassa l' asse dell' osso *a b* (3) si vedrà che esso divide la base in due parti diseguali; e che la parte volare *a c* sporge con una punta o con un *talus*, il quale urta fortemente nel processo del capitato, molto sporgente anch' esso nella palma. Con ciò vediamo ancora una volta di più, che sul capitato si concentrano i maggiori sforzi di questa preensione. Non terremo dietro alle resistenze, onde sono gravati i singoli pezzi carpiani. Se il capitato è necessariamente un po' inclinato dalla impulsione del secondo e terzo meta-

(1) Tavola VI. fig. 2, 3, 4.

(2) Tavola V. fig. 4. *a. b*.

(3) Tavola VI. fig. 4.

carpo, se l'uncinato lo è ugualmente per quella del quarto e quinto, essi possono eseguire piccoli movimenti, circoscritti fra stretti limiti dai legamenti e dalle diseguaglianze delle facce, e somministrano un freno ed un addolcimento dello sforzo originario. Ma sono movimenti ristrettissimi, perchè entrando in azione le facce di scivolamento non permettono che piccolissime gradazioni, e ben presto richiamano le ossa carpiane al proprio luogo.

Il meccanismo che dovevamo far notare per risguardo alla *preensione con pronazione*, si è: 1.° la grande estensione delle basi o facce di contatto dei metacarpi, con quelle delle ossa carpiane; 2.° la estensione delle basi stesse più sporgenti nella faccia volare che nella dorsale.

AVVERTENZA

Il mio lavoro è giunto al suo termine. Ma poss' io lusingarmi che la discussione fra la Teoria della discendenza e la Dottrina di una Creazione indipendente abbia toccato tutti i punti della quistione? Forsechè la Geologia e la Paleontologia non vi hanno parte anch' esse? Sì certo, che vi hanno parte, e di molto! Infatti è notorio che la Cronologia paleontologica può essere invocata come prova e appoggio della Teoria della trasformazione degli esseri. Questo io mi so bene; ma so ancora che la quistione paleontologica, sottoposta che sia ad un esame accurato, qual si è fatto per la quistione zoologica, dà finalmente in ultimo risultato quella stessa conclusione a cui siamo giunti nel presente lavoro; vale a dire, che la Dottrina della Creazione indipendente sotto questo rapporto è tuttavia al riparo da qualsiasi assalto. Ma ognun vede come qui non fosse luogo per siffatta controversia, la quale non può che essere il tema di un altro lavoro; d' altronde poi non conveniva frammischiare la questione paleontologica colla quistione zoologica.

L' Autore.

INDICE DELLE MATERIE

LETTERA AL SIG. DARWIN

PARTE PRIMA

LA MANO DELL' UOMO

PARTE SECONDA

LA MANO DEI BRUTI

PARTE TERZA

ULTIME OSSERVAZIONI E RIASSUNTO

AGGIUNTA

GLI ANIMALI ARTICOLATI

E LA DOTTRINA TELEOLOGICA

APPENDICE

TAVOLE

Pag.	linea	ERRATA	CORRIGE
10	26	Plance	Place
11	10	riguardi	riguardo
83	26	intercapiane	intercarpiane
107	2	imbarrazzante	imbarazzante
108	9	Queste	Questa
»	16	mancati	mancanti
136	12	smarriti	smarrite
138	11	persuadarsi	persuadersi
228	24	Gengenbauer	Gegenbaur
245	10	superfici	superficie
157	2	uccello;	uccello,
260	21	tubulare	tabulare
280	2	e	è
321	17	compiersi	compiere
348	6	consegnenza	conseguenza
349	23	*essersi*	*esseri*
402	6	sotto	sopra